

**UNIVERZITA KARLOVA**  
**Fakulta tělesné výchovy a sportu**

**DISERTAČNÍ PRÁCE**

**2024**

**MgA. Hana Polanská**

**UNIVERZITA KARLOVA**  
**Fakulta tělesné výchovy a sportu**

**Vliv terapie tancem na seniory v závislosti na jejich  
fyzických a kognitivních schopnostech**

**The effect of therapy by dance on older adults  
depending on their physical and cognitive abilities**

**Vedoucí disertační práce**  
**doc. Mgr. Michal Štefl, Ph.D.**

**Vypracovala**  
**MgA. Hana Polanská**

**2024**

# Obsah

1	Úvod.....	7
2	Teoretická východiska .....	8
2.1	Dekáda zdravého stárnutí pro desetiletí 2020-2030 .....	8
2.2	Mírná kognitivní porucha a syndrom demence .....	8
2.3	Mozek a sval .....	9
2.3.1	Fyzická aktivita a kognitivní funkce.....	9
2.3.2	Tanec a kognitivní funkce.....	10
2.4	Exerkiny/Myokiny .....	10
2.4.1	FNDC5 / Irisin .....	11
2.4.2	Brain Derived Neurothrophic Factor .....	11
2.5	Kognitivní funkce .....	12
2.5.1	Kognitivní domény .....	12
2.6	Adherence pro FA.....	14
2.7	Tanec.....	14
2.7.1	Somatické techniky.....	15
2.7.2	Tanečně-pohybová terapie a terapie tancem.....	16
2.7.3	Neuroplasticita .....	16
2.7.4	Propriocepce a rovnováha.....	17
2.7.5	Svalová hmota a síla .....	17
2.7.6	Deprese a kvalita života.....	17
3	Cíle.....	19
3.1	Vědecké otázky.....	19
3.2	Hypotézy .....	19
4	Metody a design.....	20
4.1	Design studie.....	20
4.2	Etická komise.....	21

4.3	Charakteristika vzorku .....	21
4.3.1	Kontrolní skupina .....	22
4.3.2	Taneční skupina .....	23
4.4	Charakteristika lekcí TT .....	23
4.5	Testování kognitivních funkcí .....	24
4.5.1	Krátké kognitivní testy.....	24
4.5.2	Komplexní baterie neuropsychologických testů.....	24
4.6	Tělesné složení a svalová síla .....	27
4.7	Odběr a příprava vzorků séra.....	27
4.8	Analýza dat .....	27
4.9	Kvalitativní část výzkumu .....	28
5	Výsledky .....	29
5.1	Kvantitativní část .....	29
5.2	Kvalitativní část .....	36
6	Diskuse.....	40
6.1	Hladiny exerkinů a fyzická aktivita .....	40
6.2	Nálada .....	41
6.3	Kognitivní funkce .....	42
6.4	Adherence a kvalitativní část výzkumu .....	45
6.5	Limitace studie.....	45
6.6	Význam a aktuálnost projektu .....	46
7	Závěr .....	47
	<i>Literatura</i> .....	48
	<i>Seznam tabulek</i> .....	59
	<i>Seznam obrázků</i> .....	59

## Seznam použitých zkratek

ZKRATKA	ANGLICKY	ČESKY
AD-8	The Eight-item Informant Interview to Differentiate Aging and Dementia	Dotazník změněných schopností seniora
AN		Alzheimerova nemoc
BDNF	Brain Derived Neurotrophic Factor	Z mozku odvozený růstový faktor
BESS	Body Effort Space Shape	Tělo, Úsilí, Prostor, Tvar
ČAPR		čtyř nebo pěti čárová obrazová produkce
FA		fyzická aktivita
FAQ	Functional questionnaire of activities	Funkční dotazník aktivit
FNDC5	Fibronectin type III domain-containing protein 5	Protein 5 obsahující doménu fibronektinu typu III, prekurzor irisinu
GDS	Geriatric Depression Scale	Geriatrická škála deprese
KS		kontrolní skupina
LMA/BF	Laban movement analysis/Bartenief Fundamentals	Labanova pohybová analýza
MKP	Mild Cognitive Impairment	mírná kognitivní porucha
POBAV		Pojmenování obrázků a jejich a vybavení
RAPA	Rapid Assessment of Physical Activity	Rychlé zhodnocení fyzické aktivity
RAVLT	Rey Auditory Verbal Learning Test	Reyův auditorní verbální test
RTC	Randomize Control Trial	randomizovaná kontrolovaná studie
TMT A a B	Trial Making Test	test cesty
TPT		tanečně-pohybová terapie
TS		taneční skupina

TT		terapie tancem
WAIS-III	Wechsler Adults Intelligence Scale	Wechslerova inteligenční škála pro dospělé
WHO	World Health organisation	Světová zdravotní organizace

# 1 Úvod

Je zřejmě neoddiskutovatelnou skutečností, že celosvětová populace stárne. Tento trend se týká především států vyspělého světa. Podle odhadů se počet osob ve věku 80 let a více ztrojnásobí, ze 143 milionů v roce 2019 na 426 milionů v roce 2050 (Social Affairs. Population Division, 2010). Společně se stárnutím populace nabývá na významu léčba a prevence nemocí, které jsou právě pro stáří charakteristické. Mezi takové lze bezesporu řadit četné neurodegenerativní syndromy, pro něž se historicky vžil obecný název - demence. Celosvětově trpí demencí přibližně 50 milionů lidí, přičemž každý rok se objeví téměř 10 milionů nových případů. Předpokládá se, že celkový počet lidí s demencí dosáhne 82 milionů v roce 2030 a 152 milionů v roce 2050 (World Health Organization, 2022). Kromě sociálních problémů, které může demence způsobit, péče o nemocné s demencí také značně zatěžuje finanční rozpočet společnosti (Holmerová et al., 2017). Nedostatek fyzické aktivity (FA) spolu s prodlužováním lidského věku vedou k nárůstu civilizačních onemocnění. Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučuje FA jako jednu z možností prevence kognitivního poklesu, jak pro kognitivně zdravé jedince, tak i pro osoby s mírnou kognitivní poruchou (World Health Organization, 2019), jako možnost zamezení vzniku nebo zmírnění postupující degenerace mozku. Tanec se dostává do popředí zájmu vědecké veřejnosti, vedle silového a aerobního cvičení, jako prevence a budoucí nefarmakologická léčba různých neurodegenerativních onemocnění. Tanec je komplexní aktivitou, jež může podpořit adaptaci na naše prostředí během stárnutí a přispět tak k lepším výkonům kognitivních funkcí (Basso et al., 2021). Možnosti jasně definovat pozitivní vliv pohybu na kognitivní funkce jsou však omezeny. Jednou z nich může být ovlivnění sekrece neuroaktivních látek pomocí účinné terapie, která pak může napomoci v boji s neurodegenerativními nemocemi. Je však důležité objasnit molekulární základ těchto procesů na buněčné úrovni (Pesce et al., 2020). V poslední době nabývá na významu výzkum zabývající se vztahem mezi pohybovou aktivitou a exerkiny (Jodeiri Farshbaf & Alviña, 2021), které jsou uvolňované v reakci na jednorázové a/nebo dlouhodobé cvičení a působí endokrinní, parakrinní a/nebo autokrinní cestou a mají neuroprotektivní charakter (Chow et al., 2022). Účinky vlivu terapie tancem na hladiny exerkinů v krvi nebyly dosud dostatečně prozkoumány.

## 2 Teoretická východiska

### 2.1 Dekáda zdravého stárnutí pro desetiletí 2020-2030

WHO vyhlásilo Dekádu zdravého stárnutí pro desetiletí 2020-2030. Ten zahrnuje akční plán zdravého stárnutí, východiska zdravého stárnutí a integrovanou péči o stárnoucí lidi. Jednou z hlavních otázek je, co ovlivňuje veřejné zdraví. Klíčovým pojmem je Intrinsic capacity, což můžeme česky opsat jako schopnost být zdravý, tedy být v kondici, obzvláště dlouhodobé fyzické i mentální. Vitalita je pak jednou z komponent kondice týkající se lokomoce a mobility a souvisí s dlouhověkostí, ve smyslu schopnosti být zdravý a fit do vysokého věku. Jednou z hlavních otázek pro zdravé stárnutí se tak stává otázka prevence intervenčních aktivit. Tyto intervenční aktivity by měly být navrženy tak, aby stimulovaly komponenty mentální (kognitivní), smyslové i fyzické (somatické) (Holmerová, 2019).

### 2.2 Mírná kognitivní porucha a syndrom demence

Syndrom demence reprezentuje téměř sto různých chorob. Jednou z nejznámějších je Alzheimerova nemoc (AN) zahrnující většinu diagnostikovaných případů demence. Dalšími jsou např. frontotemporální lobární degenerace, demence s Lewyho tělísky, vaskulární demence, alkoholická demence a další. Syndrom demence může vzniknout jako následek poškození mozku, nebo se může jednat o demenci progresivní, kdy kognitivní funkce upadají dlouhodobě a postupně jakožto důsledek neurodegenerativního onemocnění a postihují různé kognitivní domény. Syndrom demence představuje pouze terminální stadium AN, neboť nemoc začíná dlouho před prvními klinickými projevy, a to přibližně o 20-25 let dříve tzv. preklinickým stádiem nemoci. První patofyziologické změny v mozkové tkáni nastávají před prvními klinickými projevy a patří mezi ně extracelulární akumulace senilních plaků amyloidu beta a následně intracelulární tvorba neurofibrilárních klubek, tvořených hyperfosforylovaným proteinem tau. Později si postižený začne změny subjektivně



uvědomovat nebo je lze již objektivizovat při neuropsychologickém vyšetření. Pacient je ale nadále zcela soběstačný v aktivitách denního života. Takový stav se označuje jako mírná kognitivní porucha (MKP) a označuje prodromální stadium nemoci (Albert et al., 2011). Teprve ve chvíli, kdy jsou změny v kognici a chování natolik závažné, že pacient ztrácí svou soběstačnost, diagnostikujeme syndrom demence. AN je charakterizována také ztrátou neuronálních synapsí a pyramidových neuronů doprovázenou progresivní kognitivní neurodegenerací, kdy jsou nejvíce postiženy oblasti spojené se složitějšími mozkovými funkcemi, jako je hipokampus a neokortex. Postižení se projevuje v jakékoli jedné či více kognitivních doménách, vždy je však v doméně paměť nižší kognitivní výkon proti minulosti. Kognitivní deficit narušuje běžné, sociální nebo pracovní činnosti jedince a pacienti jsou závislí na pomoci druhých osob. Dnes se diagnostická kritéria díky rozvoji moderních technik a metod opírají spíše o biologické markery onemocnění nežli o samotný klinický projev (Čechová, 2020).

## 2.3 Mozek a sval

Evoluční poznatky naznačují silný vztah mezi svalstvem a mozkiem. Během milionů let lidé vyvinuli schopnost pohybovat se vzpřímeně, chodit a posléze běhat. Masivní vývoj kosterního svalstva tak kopíruje zásadní změny v mozku, protože schopnost běhat vyžaduje složité zpracování na kognitivní úrovni (Gomez, 2021).

### 2.3.1 Fyzická aktivita a kognitivní funkce

První studie na dospělých zvířatech ukázaly, že metabolické (Black et al., 1990) a neurochemické funkce (Neeper et al., 1995) se zlepšují díky aerobní zdatnosti a empiricky je ověřeno, že FA působí pozitivně na kognitivní funkce u zdravých lidských jedinců (Colcombe & Kramer, 2003; Falck et al., 2019; Forbes et al., 2013; Kramer & Colcombe, 2018; Northey et al., 2018a) i u lidí s MKP (Groot et al., 2016; Lam et al., 2015). Starší dospělí jsou považováni za fyzicky aktivní, pokud vykonávají aerobní pohybové aktivity mírné intenzity po dobu minimálně 30 minut, 5 dní / týden nebo aerobní aktivitu s intenzivní intenzitou po dobu minimálně 20 minut, 3 dny / týden.

Účinky cvičebních programů na kognitivní funkce však závisí na programových a metodických faktorech, včetně délky intervence, typu intervence, délky tréninků a pohlaví účastníků studie a aerobní cvičení zřejmě zabraňuje progresi úbytku paměti, pokud je úroveň, délka a frekvence cvičení přiměřená (Vina et al., 2014).

### 2.3.2 Tanec a kognitivní funkce

Tanec vyžaduje vysokou úroveň fungování v několika různých kognitivních oblastech. Výzkumy skutečně ukazují, že ve srovnání s netanečnickými mají tanečníci lepší kognitivní schopnosti a také výrazné strukturální a funkční změny v částech mozku, které kognitivní funkce podporují (Bläsing et al., 2012; Burzynska et al., 2017). Co se týče tance, jako vhodné FA pro zlepšení kognitivních funkcí u starších dospělých, studie naznačují, že může prospět kognitivnímu zdraví. Existuje však mnoho tanečních stylů a přístupů k tanci, avšak přesné metodologické postupy intervenčních studií jsou stále vzácné (Esmail et al., 2020). V dnešní klinické praxi se prosazuje čím dál tím více přístup, kdy se přikláníme k vnímání člověka jako celku, ve kterém probíhají fyzické, sociální, emoční a kognitivní procesy současně (Vergeer et al., 2017). Tvrzení, že lidský vjem, jeho zpracování a reakce na něj neoddělitelně propojují mysl a tělo do funkčního celku (Fitt, 1988), je již přes 50 let podloženo množstvím empirických výzkumů (Berrol, 1992). Studie ukazují, že dlouhodobá taneční intervence by mohla být pro kognitivní funkce ve stárnoucím lidském mozku lepší než rutinní tělesné cvičení (Müller et al., 2017, Rehfeldt et al.).

### 2.4 Exerkiny/Myokiny

Exerkiny jsou definovány jako signální látky uvolňované v reakci na jednorázové a/nebo dlouhodobé cvičení a cvičení tak podporuje mnoho růstových mechanismů na molekulární a buněčné úrovni, které mají široký vliv na neuroplasticitu a schopnost vyvolat změny v mnoha orgánech. Kosterní svalstvo slouží jako továrna na syntézu mnoha myokinů. Myokiny jsou molekuly, jež se uvolňují z mnohojaderných buněk

myofibril, tvořících kosterní sval (SkM) a určujících sílu kontrakcí sarkomer a vykonávajících parakrinní a endokrinní funkce (Legård & Pedersen, 2019).

#### 2.4.1 FNDC5 / Irisin

Jedním z myokinů je Irisin, u kterého byly zvýšením vyplavení mozkového neurotrofního faktoru (BDNF) v hipokampu na zvířecím modelu (Lourenco et al., 2019) a u lidí (Bociek, 2019) nedávno prokázány příznivé účinky na CNS. O BDNF je poměrně dobře známo, že hraje významnou roli pro synaptickou plasticitu a zpracování paměti v mozku (Bekinschtein et al., 2008), tyto objevy naznačují potenciální roli irisinu v mozku související s AN. Aktuálně je irisin na seznamu psychoaktivních látek, které jsou doporučovány vědecké komunitě jako vhodný biomarker, vypovídající objektivně o účincích intervencí zejména o vlivu cvičení na kognitivní funkce (Küster et al., 2017). Výsledky naší metaanalýzy potvrzují obecnou představu, že cvičení zvyšuje hladinu irisinu u obézních a starších lidí (Jandova et al., 2021).

#### 2.4.2 Brain Derived Neurothrophic Factor

BDNF řadíme mezi exerkiny, neboť kosterní sval je schopen produkovat značné množství BDNF během kontrakce při cvičení. Podíl kosterních svalů na změnách hladin BDNF v krvi a mozku však zůstává nejasný (D. Ribeiro et al., 2021). Neurotrofické/růstové faktory jsou zásadní pro správné fungování dospělého mozku, protože poskytují organismu trofické signály, které udržují cílovou inervaci, podporují přežití buněk, plasticitu a axonální růst, regulaci a syntézu neurotransmiterů, neuronální excitabilitu a podporu či regeneraci po zraněních (Fahnestock et al., 2002). Nejčastější neurotrofin je z mozku odvozený neurotrofický faktor, BDNF, který byl poprvé identifikován v roce 1982 (Bardé et al., 1982). BDNF je nezbytný pro učení a paměť (Alonso et al., 2002; Kuipers & Bramham, 2006). U AN je nejčastější strukturální změnou v mozku právě ztráta synapsí, zejména těch, které inervují hipokampus a mozkovou kůru (Fahnestock et al., 2002). Vzhledem k roli BDNF v oblastech, klíčových

pro tvorbu a regulaci paměťové stopy, se začalo o BDNF uvažovat hlavně ve vztahu k AN.

## 2.5 Kognitivní funkce

Kognitivní funkce, vyšší funkce mozku tvoří poznávací a výkonovou složku lidského mozku. Jejich správná funkce nám pomáhá reagovat na nároky každodenního života, poznávat i objevovat nové a uchovávat již naučené informace, znalosti a schopnosti, což vede ke schopnosti orientovat se ve světě, a proto jsou kognitivní schopnosti nepostradatelné pro naši soběstačnost (Čechová, 2020). Kognitivní schopnosti ztrácíme při neurodegenerativních onemocněních. Znázornění hlavních kognitivních domén a jejich funkcí viz. obr 1.

### 2.5.1 Kognitivní domény

**1) Paměť** je schopnost centrální nervové soustavy ukládat, uchovávat a vybavovat informace a je zcela klíčová pro přežití, protože umožňuje změnu chování na základě předchozí zkušenosti.

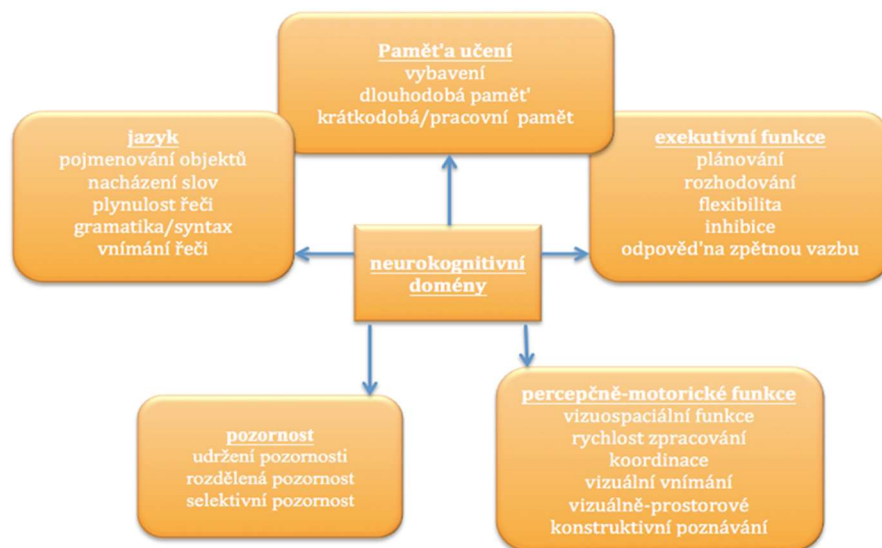
Učení je získávání dovedností nebo znalostí, kdy se nová dovednost nebo znalost osvojuje pomalu a pracně. Učení a paměť spolu úzce souvisí.

**2) Pozornost** je kognitivní proces umožňující jedinci zaměřit se na určitý podnět a zároveň ignorovat podněty jiné.

**3) Exekutivní funkce** zahrnují mnoho procesů. Bud' jsou považovány za formu vyšších kognitivních funkcí (např. schopnost vhledu, vůle, abstrakce, úsudek), převážně záviselících na aktivitě frontálních laloků, nebo se zdůrazňuje kybernetický řídicí aspekt exekutivních funkcí. V tomto pojetí exekutivní funkce řídí průběh komplexních kognitivních aktivit a zároveň se s neexekutivními procesy vzájemně ovlivňují (Lezak, 2004).

4) **Řeč a jazyk** jsou kognitivní doménou zahrnující schopnost produkovat a porozumět řeči a jazyku a je organizačně poměrně složitým nástrojem lidské komunikace (Lezak et al., 2004).

5) **Vizuospaciální funkce** nebo také zrakově-prostorové funkce zprostředkovávají zrakové vnímání a rozpoznávání objektů v okolním prostoru. Z hlediska kognitivních procesů můžeme rozeznávat vizuální percepci a vizuální konstrukci. Vizuální percepcie je schopnost rozeznávat vlastnosti vnímaných objektů, jejich velikost, tvar, barvu nebo hloubku. Vizuální konstrukce zahrnuje schopnost porozumět zrakově-prostorovým 3D vztahům, schopnost generace a exekuce plánu (jako proces exekutivních funkcí) a jemnou motoriku (Čechová, 2004). Kompletní seznam testovaných kognitivních funkcí a testů viz tab. 1.



Poznámka: Převzato a upraveno podle Sachdev P., et al, Classifying neurocognitive disorders: DSM-5. Nature reviews Neurology. 2014;10(11):634-42.

Obrázek 1 Znárodnění hlavních kognitivních domén a příklady kognitivních funkcí hodnocených v rámci každé domény.

## 2.6 Adherence pro FA

Otázkou zůstává, jaký druh pohybové terapie je z hlediska působení na kognitivní funkce nejúčinnější. Je pravděpodobné, že účinnější budou takové terapie, u kterých jedinec vytrvá, protože jsou pro něj z nějakého důvodu více atraktivní. Dodržování FA, která je zásadní pro udržení vitality u starších dospělých, může být obtížné udržet kvůli jejímu poklesu v průběhu času. Adherenci k FA snižují faktory fyzické a emocionální, jako jsou např. zdravotní a funkční stav a míra soběstačnosti. Tanec jako pohybová aktivita má vzhledem ke svému socializačnímu kontextu zaručenou poměrně vysokou adherenci a je tak jednou nejpreferovanějších typů FA pro starší dospělé v různých komunitách. Tanec lze přizpůsobit věku, fyzické kondici a schopnostem cílové skupiny (Britten et al., 2017). Radost z tance podporuje pocit sounáležitosti a díky variabilitě tanečních stylů je oblíbenou formou aktivity napříč různými prostředími a kulturami. Předchozí důkazy z kvantitativních i kvalitativních studií zdůraznily též význam uměleckého vyjádření, které tanec zahrnuje. Tyto formy vyjádření přispívají k fyzickému, intelektuálnímu a sociálnímu rozvoji starších dospělých. Bylo zjištěno, že možnost kreativního přístupu (absence předem stanovených výkonnostních norem) při tanečních lekcích byla pozitivně spojena s radostí a schopností ovládat a koordinovat své tělo v čase a prostoru (Britten et al., 2023).

## 2.7 Tanec

Zatímco neurologické změny spojené s fyzickým cvičením byly dobře prozkoumány a zdokumentovány, tanci se dosud nedostává stejné pozornosti a představuje oblast extrémního zájmu pro další studium vzhledem k mnoha jeho výhodám. Z evolučního hlediska tanec sloužil jako nástroj komunikace pro sociální interakce, protože nabízí příležitost pro výměnu společensky relevantního obsahu, slouží pro koordinaci akcí mezi členy skupiny, pro vyjádření síly a pospolitosti a pro stabilizaci skupinových struktur (Fink et al., 2021). Tanec se tak jako neverbální výrazový prostředek osvědčil jako důležitý pro zkoumání různých aspektů sociálního poznávání, jako je vizuální vnímání těla, estetické kvality pohybu i komunikace emocí a záměrů. Neurologie základy intersubjektivní a empatie vysvětluje funkci "zrcadlových neuronů"

(Meltzoff, 2002). Jsme vztahové bytosti a jako lidské bytosti nás spojuje jednání, pocity a emoce. Právě díky této sdílené rozmanitosti je možná komunikace, záměrné porozumění a uznání druhých jako našich bližních (Gallese, 2003).

Dle dostupné literatury veškeré druhy terapií založené na umění, tedy i tanec, vyhovují požadavku komplexity člověka (Berger, 1991; Pessoa et al., 2019), která souvisí s evolucí lidského mozku (Brown et al., 2006). Vědecké studie od 70. let, a v posledních letech intenzivněji, zkoumají význam umění ve vztahu k lidskému mozku a tanec je tak zkoumán v kontextu sociálních vazeb, kreativity a zdravého stárnutí (Muiños & Ballesteros, 2021). Umělecké, tvůrčí intervence umožňují propojení těla a mysli na základě prožitku. Vyjádření emocí a bytí se děje neverbálně a nevýslovné se stává vyjádřitelným pohybem, kresbou nebo zvukem. Tvůrčí proces vede k zapomenutým nebo novým zdrojům, stimuluje nové asociace a uvolňuje energii k rozhodování a jednání. Nabízí nástroje pro získání a udržení vztahů. Tato dynamika podporuje schopnost rozpoznávat stavy emočního stresu a tělesného napětí a tím přispívá k seberegulaci a pomáhá čelit nemocem (Monica, 2022).

### 2.7.1 Somatické techniky

Metody somatické výchovy jsou navrženy tak, aby zlepšily citlivost a změnily obvyklé pohybové vzorce prostřednictvím smyslového vědomí. Mnoho starověkých pohybových aktivit (jóga, tai chi) a současné somatické praktiky pracují s principy, které se doplňují s principy motorického učení. Ideokineze (mentální procvičování kinestetických nebo vizuomotorických obrazů (Todd, 1972) a Laban Movement analysis/Bartenieff Fundamentals (LMA/BF) jsou jedněmi z nich. Z těchto somatických technik čerpá i Tanečně-pohybová terapie. Batson doporučuje somatické metody jako vhodné pro posílení kognitivních domén, jelikož jsou navrženy tak, aby zlepšily citlivost a změnily obvyklé pohybové vzorce prostřednictvím smyslového uvědomování (Batson, 2008).

### 2.7.2 Tanečně-pohybová terapie a terapie tancem

Tanečně-pohybová terapie (TPT) je psychoterapeutické využívání pohybu a tance, ve kterém se člověk může kreativně zapojit do procesu podpory své emocionální, kognitivní, fyzické a sociální integrace. Je založena na principu, že pohyb odráží individuální způsob myšlení a cítění (Adta.org/About\_DMT).

Je mnoho přístupů a konceptů a škol v TPT. Naše intervence nebyla navržena jako TPT, jelikož zde nešlo o psychoterapeutické "léčení" jako takové, i když z principů a metod TPT vychází. Pro odlišení ji nazýváme terapií tancem (TT). Pro naši intervenci jsme si vybrali především koncepty založené na LMA/BF (Laban, 2011). Tyto principy pracují s funkčním propojením pohybového aparátu a koordinací pohybu v součinnosti s emočním prožitkem zaměřeným na schopnost vnímat tělo. Cílí se také na zapojení tanečního pohybu a podporuje se u klientů snaha o výzkum určitých pohybových témat a kvalit. Tyto koncepty jsou pro tanečníky vyvíjeny od 20. let 20. století a analýza pohybu Rudolfa Labana je v tanečním prostředí nepřekonaný systém, který zahrnuje samostatné, ale propojené, komplexně propracované domény Tělo (Body), Prostor (Space), Tvar (Shape), Úsilí (Effort) (BESS). Při TT se používají smyslově stimulující předměty, jako jsou rekvizity, hudba a zvukové efekty, aby pomohly stimulovat kognitivní procesy a podpořily spojení mezi členy taneční skupiny. Pohyby vytvořené pomocí fyzických rekvizit (tj. šátků, tyčí, míče) podporují představivost, kreativitu, přičemž nabízejí hravou a neohrožující formu fyzického doteku (Goldstein-Levitas, 2016). Hudba pomáhá podporovat spontánní pohybové vzorce, představivost a vzpomínky (Sandel, 1978). Smyslová stimulace tak funguje jako katalyzátor při usnadnění poznávání a sebevyjádření bez ohledu na funkční úroveň těla (Berrol & Katz, 1985).

### 2.7.3 Neuroplasticita

Objev neuronů se sensorickými vlastnostmi ve frontálních motorických okruzích a zjištění, že tyto okruhy vysílají modulační signály do sensorických parietálních oblastí, silně zpochybnily klasickou představu o motorickém systému jako pouhém vykonavateli příkazů a naznačily, že senzomotorický systém může přispívat ke kognitivním procesům nezbytným pro interakci se světem. Mysl, tělo a okolní prostředí jsou propojené a na sobě



vzájemně závislé. Ztělesnění tak znamená sdílení nervových zdrojů mezi kognitivními a senzomotorickými procesy (Craighero, 2022).

#### 2.7.4 Propriocepce a rovnováha

Propriocepce jako smysl pro pohyb těla přispívá k pocitu, že svoje tělo vlastním a ovládám. Role tělesného vědomí v kognitivních procesech je téma často označované jako "ztělesněné poznání" (embodied cognition). Propriocepce hraje důležitou roli při plánování přesných a koordinovaných pohybů, při udržování rovnováhy a kontrole držení těla. Rovněž uplatňuje svůj vliv na motorické učení a převýchovu pohybových návyků (Ghez et al., 1995). Propriocepce tak umožňuje stabilitu a orientaci těla při statických a dynamických činnostech a je zásadní pro efektivní komunikaci organismu s prostředím. Nedávná studie ukázala, že pravidelná taneční terapie se jeví jako slibná metoda pro zlepšení rovnováhy u starších dospělých díky zvýšení limitů posturální stability (Filar-Mierzwa et al., 2017).

#### 2.7.5 Svalová hmota a síla

Velikost svalů a související neuromuskulární funkce se v průběhu lidského života dramaticky mění, v důsledku stárnutí vykazují pozvolnější pokles. Pokles svalové hmoty a síly během stárnutí je syndrom, který se nazývá sarkopenie a je přímo ovlivněn FA. To znamená, že kapacita pro fyziologické adaptace v motorických drahách zůstává až do velmi vysokého věku za předpokladu, že je organismu poskytnut vhodný stimulační pohyb (Steffl et al., 2017).

#### 2.7.6 Deprese a kvalita života

U starších dospělých jsou časté deprese a úzkostné poruchy a již dlouho je známo, že cvičení může zlepšit starším dospělým náladu. Metaanalýzy podporují předpoklad, že TPT úzkosti a depresi snižuje. Nedávná studie, která se zabývala vlivem TPT na depresi

prokázala, že TPT může být prospěšná obzvláště u mírné a střední deprese, neboť předpokladem je práce na uvědomování si vlastního já a zkoumání vztahů s okolím skrze pohyb ( Meekums et al., 2015).

## 3 Cíle

Hlavním cílem této práce je zjistit účinky terapie tancem na endogenní sekreci neuroaktivních látek, které jsou prokazatelně spojeny se synaptickou plasticitou, neurogenezí a neuroprotekcí u seniorů nad 65 let, a to v kontextu k výchozím úrovním jejich kognitivní a fyzické výkonnosti. Jako sekundární cíl bude sledován účinek terapie tancem na kognitivní funkce, sílu a fyzickou výkonnost měřené pomocí specifických testů.

### 3.1 Vědecké otázky

- Má terapie tancem vliv na sekreci vybraných neuroaktivních látek irisinu a BDNF?
- Má terapie tancem vliv na výkony v testech kognitivních funkcí a fyzické zdatnosti?
- Je tento účinek ovlivněn stavem kognitivních a fyzických funkcí?

### 3.2 Hypotézy

#### 1. Hlavní hypotéza

Terapie tancem bude mít statisticky významný pozitivní vliv na hladinu irisinu a BDNF v krvi v porovnání s kontrolní skupinou. Výchozí úroveň kognitivních funkcí a fyzické výkonnosti budou statisticky významně asociovány s velikostí účinku.

#### 2. Sekundární hypotéza

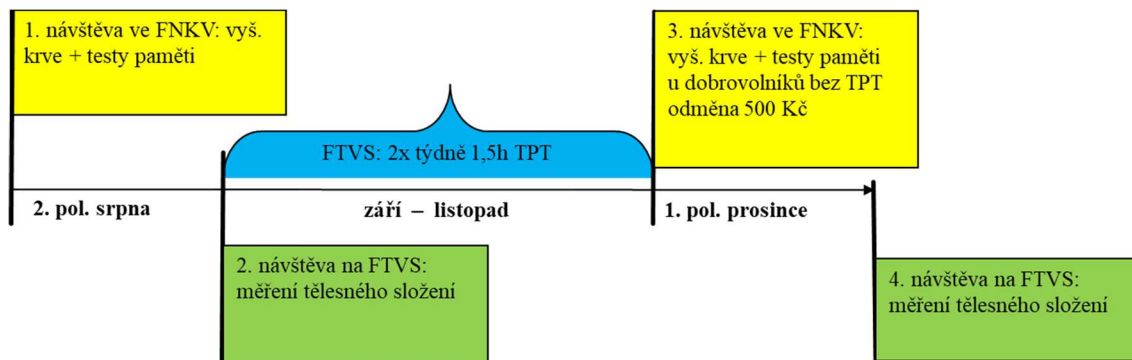
Terapie tancem bude mít statisticky významný pozitivní vliv na výkon v testech kognitivních funkcí, síly a fyzické výkonnosti v porovnání s kontrolní skupinou.

## 4 Metody a design

Tato disertační práce je součástí randomizované klinické studie, registrované pod následujícím identifikačním číslem NCT05363228 s názvem The Effect of Tai Chi and Therapy by Dance and Movement on Blood Irisin Levels in Older Adults Over 65 Years of Age. Studie byla podpořena grantem Univerzity Karlovy Cooperatio, SVV 260599 a grantem Grantové agentury Univerzity Karlovy číslo 268321.

### 4.1 Design studie

Byla provedena randomizovaná tříramenná jednostranně zaslepená kontrolovaná studie s paralelním designem. Všichni účastníci byli rozděleni do tří skupin podle pořadí, v jakém vyplnili elektronický registrační formulář. Intervenční skupiny zahrnovaly účastníky s lichými čísly pozic, kontrolní se sudými čísly. Obě podskupiny byly před zahájením studie přesně shodné co do věku, vzdělání a pohlaví. Účastníci byli rozděleni do intervenční skupiny tance (TS), bojového umění (BS) a kontrolní skupiny (KS) a byli sledováni po dobu čtyř měsíců ve stejném časovém období od poloviny srpna (první testování), následované 12 týdny intervencí/nebo běžného života, do poloviny prosince (druhé testování). TS byla zkoumána v roce 2021 a BS v roce 2022. Každému účastníku byly vzaty vzorky krve a byl testován ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady pro kognitivní schopnosti a na Fakultě tělesné výchovy a sportu pro testování fyzické zdatnosti (obr. 2). Všechna měření byla zahrnuta při obou návštěvách, účastníci s nekompletním měřením nebo malou návštěvností lekcí byli ze studie vyloučeni. Tato disertační práce se zabývá pouze částí této intervenční klinické studie, a to částí, kde byl měřen vliv tance. Nad rámec RTC studie má tato práce kromě kvantitativní části ještě část kvalitativní, která vznikla z analýzy klíčových témat fokusních skupin.



Obrázek 2 Časová osa RTC výzkumu

## 4.2 Etická komise

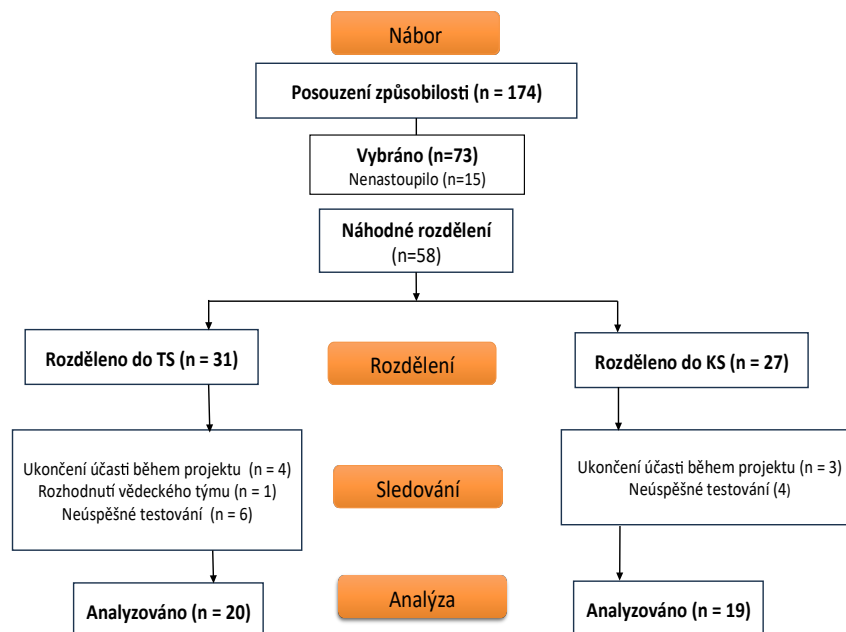
Studie byla schválena etickými komisemi Fakulty tělesné výchovy a sportu (Příloha 1) a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady (Příloha 2) a všichni účastníci podepsali informovaný souhlas (Příloha 3).

## 4.3 Charakteristika vzorku

Do studie byli zařazeni frekventanti Univerzity třetího věku na UK FTVS a další zájemci, kteří byli osloveni na seniorském dni každoročně pořádaném v areálu UK FTVS ve spolupráci s Obvodním úřadem pro Prahu 6, a rovněž byli osloveni senioři, kteří se již v předchozích letech účastnili výzkumných projektů pořádaných Katedrou fyziologie a biochemie.

Této části studie se zúčastnilo 39 samostatně žijících starších osob, průběh celé intervence včetně náboru je uveden na obr. 3. Kritéria pro zařazení do studie byla věk 65-80 let, žádné pohybové omezení, nižší FA podle rychlého zhodnocení FA (Rapid Assessment of Physical Activity - RAPA) (Topolski et al., 2006), úplná nezávislost v denních aktivitách, normální skóre podle osmipoložkového informativního rozhovoru k rozlišení stárnutí a demence (AD8-CZ) (Galvin et al., 2005) a dobrý zrak a sluch. Vylučovací kritéria byla následující: neurologická onemocnění (epilepsie, závažný úraz hlavy, cévní mozková příhoda, operace mozku, nádor mozku atd.), psychiatrická onemocnění nebo léčba (schizofrenie, bipolární porucha, drogová závislost, alkoholismus

atd.), orgánové selhání (srdce, ledviny atd.), onkologická onemocnění v posledních pěti letech nebo pacienti po chemoterapii či radioterapii, operace v celkové anestezii v posledních třech měsících, užívání kognitivních stimulatorů. Deprese nebyla vylučujícím kritériem. Velikost vzorku jsme zvolili a priori na základě analýzy síly pomocí programu G\*Power 3.1. Na základě předchozích zjištění jsme stanovili střední velikost účinku ( $f = 0,35$ ) a statistickou významnost  $\alpha = 0,05$  a s 80 % silou testu.



Obrázek 3 Nábor a průběh intervence

#### 4.3.1 Kontrolní skupina

Studii dokončilo v KS  $n=19$ . Účastníci byli buď zařazeni na čekací listinu pro cvičební skupinu podle vlastního výběru, tanec nebo bojová umění, s možností zapojení po skončení studie, nebo jim byla nabídnuta finanční odměna. V obou případech byli účastníci KS požádáni, aby zachovali svůj obvyklý životní styl.

#### 4.3.2 Taneční skupina

Studii dokončilo v TS n=20. Intervence probíhala dvakrát týdně, po dobu 12 týdnů (září - listopad) 90 minut ve vybavené a dostatečně prostorné tělocvičně v prostorách FTVS. Adherence k TT byla 87 %.

#### 4.4 Charakteristika lekcí TT

90 minut TT má energetické krytí převážně aerobní, přerušovaného charakteru, s různou, spíše mírnou a střední intenzitou, globálním zapojením svalů a dynamickou svalovou aktivitou.

Místo a struktura každé lekce byly stejné a přizpůsobené skupině starších dospělých. Každé sezení se skládalo z uvítání v kruhu v sedě na balónech nebo židlích po dobu 15 minut (pozornost, dech, uvědomění si vnitřních procesů, uzemnění, vztahy s ostatními a s okolím prostřednictvím pozorování a rytmických vzorců), po kterém následovala zahřátí po dobu 30 minut (týkající se somatické úrovně včetně procvičování založených na vývojových vzorcích, pozornost byla naváděna do kostí, svalů, fascií prostřednictvím doteků, protahování nebo odporu). Vrcholem hodiny byla řízená improvizace na základě různých choreografických skore a představ, zabývající se různými oblastmi BESS po dobu 30 minut (trajektorie prostoru, tvarování těla, chůze, výrazové kvality pohybu, frázování, pozornost, aktivní účast, vztahy, objekty). Lekce byla zakončena 15minutovým zklidněním (dech, soustředění na sebe sama) a slovní reflexí. Motivace k určitému, ale individuálnímu pohybu byla pečlivě připravena a facilitována návrhy a pozvánkami založenými na představách, příbězích, symbolice nebo principech komponování či choreografických partitur. Zpočátku byla sezení založena na zrcadlení, napodobování a jasné identifikaci pohybových či prostorových drah navržených lektorem a postupně se uvolňovala cesta kreativitě, spontánnosti a volnější improvizaci. Důležitou složkou byla pečlivě vybraná hudba.

## 4.5 Testování kognitivních funkcí

Kognitivní funkce účastníků jsme vyhodnotili pomocí kombinace krátkých testů a neuropsychologické baterie. Testy a dotazníky byly zadávány v tiché a klidné místnosti, ve stejném pořadí na obou testovacích sezeních a stejným vyškoleným administrátorem, aby se snížila variabilita hodnocení. Návrh a vytvoření baterií, jejich administrace a následné vyhodnocení či převody na percentily byly uskutečněny pod dohledem odborníků v Poradně pro poruchy paměti ve FNKV. Byly vypracovány podrobné popisy všech opatření a dokument s protokolem (Bartos et al., 2022).

### 4.5.1 Krátké kognitivní testy

Krátké kognitivní testy se skládaly z nově vyvinutého testu *Amnesia Light and Brief Assessment (ALBA)*, *Pojmenování obrázků a jejich vybavení (POBAV)* a testu *Pětí nebo čtyř čárové obrazové produkce (ČAPR)*. Test ALBA se skládá z opakování věty o šesti slovech, provedení a následného vyvolání šesti gest a nakonec vyvolání slov původní věty, výsledek ALBA/celkový skor je pak součet vyvolaných gest a slov věty, max. počet dosažených bodů je 12 a měří především krátkodobou paměť (Bartos, 2019; Bartos & Diondet, 2020). Test POBAV se skládá ze zapsání názvů 20 černobílých obrázků a jejich následného vybavení a zapsání jejich názvů během jedné minuty, skor je pak složen ze dvou položek: chyby v pojmenování a vybavení obrázků (Bartos, 2018). . *Pětí nebo čtyř čárová obrazová produkce (ČAPR)* Pětíčárový test obrazové produkce je vizuální analogií k testům slovní produkce. Druhy vyšetřovaných funkcí jsou exekutivní, zrakově-prostorové, strategické a logické myšlení a psychomotorické tempo. Skládá se z dvouminutového kreslení obrázků z pěti nebo čtyř rovných čar, které se nesmí opakovat, zrcadlit ani pootočit, počet bodů se odvíjí od počtu obrázků (Bartos, 2019).

### 4.5.2 Komplexní baterie neuropsychologických testů

Neuropsychologická baterie byla připravena pro osobní hodnocení. Pro hodnocení epizodické, bezprostřední i krátkodobé verbální paměti a procesu učení jsme použili dvě



alternativní verze **Rey Auditory Verbal Learning Test (RAVLT)** (Bean, 2011; Rey, 1958). RAVLT obsahoval tyto položky: RAVLT A1 okamžité vybavení (po přečtení seznamu 15 slov administrátorem je testovaný vyzván, aby si vybavil co nejvíce slov), RAVLT 1–5 křivka učení (čtení a vybavování stejného seznamu slov se opakuje ještě 4krát). RAVLT 1-5 zachycuje křivku učení, RAVLT B interference, RAVLT A6 - volné vybavení co nejvíce slov z prvního seznamu po interferenci, RAVLT A7 - oddálené vybavení prvního seznamu slov po 30 minutách. RAVLT je komplexní test pro zhodnocení verbální paměti, pro každé vybavené slovo se započítává jeden bod, A 1-5 se sčítá, platí, čím vyšší skóre, tím lepší výsledek testu. **Subtest kódování symbolů z The Wechsler Adult Intelligence Scale III (WAIS-III)** (Wechsler, 1955) je test pro hodnocení rychlosti zpracování informací, pracovní paměť a pozornost. Testovaný je vyzván, aby během dvou minut vyplnil co nejvíce políček danými symboly pod číslo, které jim náleží. Čím vyšší skóre, tím lepší výsledek testu. **Test cesty /Trail Making Test (TMT)** (Reitan, 1958) se skládá ze dvou částí a čas používá k měření pracovní paměti, pozornosti a exekutivních funkcí. Pro hodnocení pozornosti a rychlosti zpracování, pozornosti a pracovní paměti jsme použili části A (TMT-A). Účastník musí nakreslit čáru, která spojuje po sobě jdoucí čísla od 1 do 25. V části B (TMT-B) účastník spojuje čísla a písmena ve střídavém postupném sledu: 1 až A, A až 2, 2 až B atd. TMT-B tak klade ještě důraz na centrální exekutivní funkce, jako jsou inhibice zadání úkolu, kognitivní flexibilita a schopnost udržet více myšlenek pohromadě (Kortte et al., 2002). **Test verbální fluence/kategorie (zvířata) a test fonemické fluence/s počátečními písmeny P nebo K** (Lezak et al., 2012; Preiss et al., 2012). Testovaný má během minuty vyjmenovat co nejvíce různých slov z kategorie zvířata a poté co nejvíce slov začínajících na jedno začáteční písmeno. Čím vyšší je skóre, tím lepší výsledek. K dispozici jsou dvě verze testu verbální fluence: sémantická (produkce slov z určité kategorie, např. zvířata) a fonemická (produkce slov začínajících na určité písmeno, např. P). Sémantická verze je citlivá na narušení epizodické paměti a fonemická verze více odpovídá exekutivním funkcím obecně a specificky schopnosti analýzy hlásek (Henry et al., 2004). Pro subjektivní dotazník **Geriatrické škály deprese (GDS)** (Sheikh & Yesavage, 1986) jsme použili zkrácenou verzi podle českých norem. Testovaný subjektivně odpovídá ano nebo ne na 15 otázek týkajících se jeho pocitů a nálady. Čím vyšší skóre, tím je vyšší riziko deprese (Heissler et al., 2020). **Dotazník funkčních aktivit (FAQ-CZ)** slouží k posouzení aktivit denního života a nálady v desetipoložkovém dotazníku. Body se přepočítávají na

procenta, čím vyšší je procentuální skóre, tím lepší je stav účastníka, jeho samostatnost a nálada (Bartoš, 2019).

*Tabulka 1 Seznam testovaných kognitivních funkcí a kognitivních testů*

<b>Kognitivní domény a jejich funkce</b>	<b>kognitivní testy</b>
<b>pozornost, rychlost zpracování</b>	TMT A, WAIS-III, ČAPR
<b>dlouhodobá sémantická a epizodická paměť</b>	POBAV, verbální fluence sémantická
<b>paměť s okamžitým vybavením</b>	ALBA, POBAV, RAVLT A1
<b>paměť - interference</b>	RAVLT A6
<b>paměť s oddáleným vybavením</b>	RAVLT A7
<b>učení</b>	RAVLT 1-5
<b>exekutivní funkce</b>	verbální fluence fonemická, TMT B, ČAPR
<b>řeč a jazyk</b>	verbální fluence fonemická a sémantická
<b>vizuospaciální funkce</b>	ČAPR

Poznámka: RAVLT = Rey Auditory Verbal Learning Test; TMT = Trail Making Test/Test cesty; WAIS-III / = subtest z Wechsler Adult Intelligence Scale III./kódování symbolů, ALBA=Amnesia light and brief assesment, POBAV = Pojmenování obrázků a jejich vybavení, ČAPR = čtyř nebo pěti čárová obrazová produkce.

#### 4.6 Tělesné složení a svalová síla

Výška byla měřena pomocí přenosného stadiometru SECA 213 a hmotnost a tělesné složení pomocí bioelektrické impedance (InBody 720, Biospace Co., Ltd., Soul, Korea). **Síla stisku ruky** byla měřena pomocí digitálního dynamometru TKK 5401 (Takei, Japonsko) podle standardních metod. Byla použita nejlepší hodnota ze tří pokusů. Před testováním účastníci absolvovali pod dohledem všeobecnou rozcvičku. Poté byli testováni podle standardizovaných pokynů. **Krátká baterie fyzické výkonnosti (SPPB)** (Berková et al., 2013) je skupina měření, která kombinuje výsledky testů rychlosti chůze, opakované vstávání ze židle a rovnováhy. Používá se jako prediktivní nástroj možného postižení a může pomoci při sledování funkcí u starších osob (Mehmet et al., 2020).

#### 4.7 Odběr a příprava vzorků séra

Účastníci byli upozorněni, aby se minimálně 12 hodin před odběrem zdrželi neobvyklé nebo intenzivní FA. Krev byla účastníkům odebrána na lačno mezi 7.30 a 9.00 hod. z předloketní žíly na paži do vakutainerových zkumavek. Poté byly vzorky kvůli snadnějšímu srážení uchovávány 90 minut při pokojové teplotě; následně byly vzorky krve odděleny centrifugací při  $1500\times g$  a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu 10 minut a uloženy zmrazené při  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  až do provedení testu. K odhadu hladin BDNF v krvi jsme použili soupravy pro enzymovou imunisorbční analýzu v čtečce ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) HiPo MPP-96 Microplate photometer Purgased (BioSan).

#### 4.8 Analýza dat

Byly vypočítány ukazatele centrální tendence, průměr a směrodatná odchylka pro všechny proměnné před intervencí i po intervenci. Pro zjištění shody skupin byl použit neparametrický Mann-Whitney U-test. Pro testování hypotézy o změnách před a po v rámci jedné skupiny byl použit neparametrický Wilcoxonův znaménkový test. Pro testování hypotézy o vlivu intervence byl použit neparametrický Mann-Whitney U-test, pro odhad velikosti vztahu výchozích úrovní v testovaných proměnných byl použit

generalizovaný lineární model. Statistická významnost byla stanovena na hladině  $\alpha=0,05$ . Statistické analýzy a grafy byly provedeny pomocí softwaru IBM SPSS Statistics 25.

#### 4.9 Kvalitativní část výzkumu

Na začátku výzkumu byla účastníkům podána informace, že se mohou účastnit po ukončení intervence rozhovorů ve skupinách. Do kvalitativní části výzkumu se přihlásila většina účastníků TT. Celkem byly vytvořeny dvě fokusní skupiny s 6-9 dobrovolnými účastníky, v místě, kde se předtím konaly lekce. Fokusní skupiny se konaly po skončení intervence, trvaly 90 minut a byly digitálně nahrávány. Fokusní skupiny měly polostrukturovaný design. Rozhovory byly přepsány a následně byla analyzována klíčová témata zájmu. Byly zjišťovány důvody účasti v programu.

V rámci tohoto hlavního tématu byla identifikována tři dílčí témata: TT jako prostředek cvičení, přínos pro zdraví a společenský prvek TT.

## 5 Výsledky

### 5.1 Kvantitativní část

174 osob vyplnilo webový formulář a z nich 150 splnilo kritéria, poté jsme vybrali 73 účastníků, jejichž FA byla 2 z 5 (nejnižší FA) podle RAPA. Náhodně bylo rozděleno 58 starších osob do dvou skupin - TS a KS. Studii nakonec dokončilo a všech měření se účastnilo celkem  $n=39$ , TS  $n=20$ , a KS  $n=19$ . Průběh studie včetně náboru je zaznamenán na obr. 3. Průměrný věk účastníků byl 70 let, účastníci nebyli obézní a měli dobré vzdělání. TS a KS se shodovaly v sociodemografických rysech a výsledky se nelišily ani ve výchozích hodnotách v žádné z proměnných - Tabulka 2.

Oproti výchozím hodnotám u TS došlo k významnému poklesu depresivních příznaků měřených pomocí GDS z  $2,3 \pm 2,2$  bodů na  $1,3 \pm 1,3$  bodů, dále jsme u TS zaznamenali významné zlepšení v testech fyzické zdatnosti: rychlost chůze z  $1,2 \pm 0,1$  m/s na  $1,3 \pm 0,2$  m/s a síla stisku ruky z  $28,8 \pm 8,3$  kg na  $29,9 \pm 8,1$  kg. V kognitivních testech se TS významně zlepšila v exekutivních funkcích/mentální flexibilita v testu TMT B z  $96,3 \pm 24,7$  sekund na  $78,0 \pm 17,2$  sekund a v exekutivních a ve zrakově-prostorových funkcích v testu Produkce pěti a čtyř rovných čar ze  $7,1 \pm 3,1$  obrazců na  $9,2 \pm 3,0$  obrazců. Naproti tomu u KS došlo k významnému poklesu hladiny BDNF v krevním séru z  $53,4 \pm 7,9$  ng/ml na  $48,6 \pm 6,1$  ng/ml a v kognitivních funkcích došlo k významnému poklesu v exekutivních a fatických funkcích v testu fonemické slovní produkce z  $20,0 \pm 5,1$  slov na  $17,8 \pm 5,4$  slov, v pracovní paměti a pozornosti v testu v testu TMT A z  $52,6 \pm 21,6$  percentilu na  $40,3 \pm 22,7$  percentil a v doméně paměť v testu ALBA/ celkový skor z  $10,1 \pm 1,2$  na  $8,8 \pm 2,5$  bodů. Obě skupiny se zlepšily v rychlosti zpracování informací v testu WeisIII /kódování symbolů, avšak pouze KS významně z  $59,7 \pm 10,5$  na  $63,2 \pm 8,4$  bodů.

Změna hladin BDNF v krevním séru před a po intervenci se statisticky významně lišila mezi skupinami ( $p=0,004$ ), kdy TS měla proti KS významně vyšší hladiny BDNF v krevním séru. Stejně tak měla TS proti KS významně lepší výsledky některých kognitivních testů, RAVLT  $\Sigma A1-5$  = křivka učení ( $p=0,029$ ), RAVLT B paměť-proaktivní interference ( $p=0,004$ ), fonemická verbální fluence ( $p=0,007$ ), test TMT A ( $p=0,021$ ), TMT B ( $p=0,001$ ) a test ČAPR ( $p=0,01$ ). Je zajímavé, že hladiny irisinu v

krevním séru se významně nezměnily ani od výchozích hodnot, ani se nelišily mezi skupinami Tab. 3. Tabulka 4 zaznamenává regresní analýzu, kdy první koeficient B ukazuje vliv skupiny na výsledky testů. Pozitivní vliv TS na výsledky testů byl zaznamenán u hladin BDNF v krevním séru ( $p=0,008$ ) a u testů RAVLT  $\Sigma 1-5$  ( $p=0,019$ ), RAVLT B ( $p=0,002$ ), TMTA ( $p=0,004$ ), TMTB ( $p=0,000$ ), ČAPR ( $p=0,000$ ), a u nálady GDS ( $p=0,007$ ). Druhý koeficient B znázorňuje proměnné v kontextu jejich výchozí úrovně. Je zde jasná významná tendence, že čím lepší byla výchozí úroveň proměnné, tím menší změny po intervenci nastaly. Tabulka 5 a), b), c) je dále rozpracována do grafů, které znázorňují regresní analýzu všech proměnných u obou skupin.

*Tabulka 2 Deskriptivní statistika*

	<b>n = 20</b>		<b>n = 19</b>		
	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>p-hodnota</b>
<b>Pohlaví</b>	80,0	-	76,2	-	0,755
<b>Roky vzdělání</b>	15,3	3,0	16,0	2,4	0,427
<b>Věk</b>	69,6	3,5	70,0	3,6	0,633
<b>Výška (cm)</b>	166,5	8,2	167,4	9,4	0,817
<b>Váha (kg)</b>	74,2	11,6	74,9	17,6	0,643
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	26,9	4,1	26,6	5,0	0,574

Poznámka: údaje jsou prezentovány jako průměr (SD); BMI-Body mass index

Tabulka 3 Výsledky vlivu intervence na vybrané proměnné

	TS n = 20				KS n = 19				TS n = 20		KS n = 19		p
	Před		Po		Před		Po		Po-Před		Po-Před		
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	
Irisin (ng/ml)	495,0	74,8	496,2	56,5	490,6	75,3	485,6	56,4	1,3	27,7	-5,0	31,3	0,384
BDNF (ng/ml)	50,2	7,7	52,0	7,0	53,4	7,9	<b>48,6</b>	<b>6,1</b>	1,8	4,9	-4,8	8,9	<b>0,004</b>
SMI (kg/m <sup>2</sup> )	9,6	1,0	9,5	0,9	9,6	1,2	9,7	1,0	0,0	0,3	0,1	0,3	0,922
Tuk (kg)	22,6	7,0	23,2	6,8	22,2	9,2	22,0	9,0	0,6	1,8	-0,3	1,7	0,261
VFA (cm <sup>2</sup> )	110,2	38,7	113,2	38,3	108,7	49,6	106,8	49,1	3,0	10,8	-2,0	9,6	0,211
Síla stisku ruky (kg)	28,8	8,3	<b>29,9</b>	<b>8,1</b>	30,4	7,9	31,2	8,1	1,1	2,5	0,7	2,6	0,623
Rychlost chůze (m/s)	1,2	0,1	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>	1,2	0,1	1,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,877
Vstávání ze židle (s)	6,7	1,3	6,7	1,9	6,8	1,6	7,1	1,2	0,0	1,6	0,3	1,3	0,399
RAVLT A1 (body)	6,7	2,0	6,8	1,9	7,3	1,8	6,7	1,8	0,1	1,9	-0,6	2,0	0,220
RAVLT A 1-5 (body)	49,9	11,4	51,4	8,8	52,4	6,4	50,0	6,3	1,5	7,5	-2,5	6,4	0,097
RAVLT $\Sigma$ A1-5 per	51,0	29,5	58,0	25,8	59,5	22,8	49,0	22,0	7,0	22,0	-10,5	21,7	<b>0,029</b>
RAVLT B (body)	4,7	2,2	5,0	1,8	6,2	2,9	5,6	2,2	1,4	2,2	-0,6	1,7	<b>0,004</b>
RAVLT A6 (body)	10,6	2,7	10,4	2,6	11,3	2,4	10,7	3,2	-0,2	2,0	-0,6	2,3	0,407
RAVLT A7 (body)	10,4	2,4	10,3	2,8	11,0	2,4	10,5	2,4	-0,1	1,6	-0,5	2,3	0,415
RAVLT A7 percentil	57,0	29,0	58,0	27,9	60,0	25,3	55,5	18,0	1,0	21,8	-4,5	23,7	0,356
Verbální fluence fonem.	17,9	4,4	18,1	4,3	20,0	5,1	<b>17,8</b>	<b>5,4</b>	0,3	3,2	-2,1	4,1	<b>0,007</b>
Verbální fluence seman.	24,7	6,5	24,7	6,1	26,0	4,7	25,3	3,1	-0,1	4,3	-0,6	3,9	0,622
TMT – A (s)	39,5	10,4	35,0	10,0	38,3	10,9	43,3	11,6	-4,5	10,4	5,0	12,2	<b>0,021</b>

<b>TMT – A percentil</b>	51,0	24,3	62,5	25,9	52,6	21,4	<b>40,3</b>	<b>22,7</b>	11,5	23,8	-12,4	24,2	<b>0,017</b>
<b>TMT – B (s)</b>	96,3	24,7	<b>78,0</b>	<b>17,2</b>	91,0	20,1	95,0	19,5	-18,4	19,6	4,1	14,4	<b>0,001</b>
<b>TMT – B percentil</b>	48,8	28,4	58,8	27,9	54,4	27,1	52,9	26,4	10,0	35,1	-1,5	31,2	0,155
<b>WAIS III (body)</b>	61,6	14,7	64,0	20,8	59,7	10,5	<b>63,2</b>	<b>8,4</b>	2,5	8,2	3,5	6,6	0,352
<b>WAIS IIIpercentil</b>	67,5	22,7	66,6	25,6	67,2	20,6	<b>75,0</b>	<b>14,9</b>	-0,9	10,9	7,6	12,7	0,083
<b>GDS (body)</b>	2,3	2,2	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	2,0	1,9	2,2	2,3	-1,1	1,8	0,2	1,5	<b>0,037</b>
<b>FAQ (%)</b>	95,6	7,9	96,2	5,7	97,0	7,0	98,6	2,8	0,7	5,3	1,6	7,2	0,847
<b>ALBA - celkový skór</b>	9,8	1,3	9,2	1,7	10,1	1,2	<b>8,8</b>	<b>2,5</b>	-0,6	1,6	-1,3	2,2	0,367
<b>POBAV chyby</b>	0,5	0,8	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,8	0,0	0,8	-0,2	0,9	0,388
<b>POBAV vybavení</b>	9,7	2,6	9,6	2,7	10,4	2,4	9,8	3,2	-0,1	2,1	-0,6	3,3	0,711
<b>ČAPR</b>	7,1	3,1	<b>9,2</b>	<b>3,0</b>	5,5	2,4	5,6	2,2	2,2	2,6	0,1	2,1	<b>0,010</b>

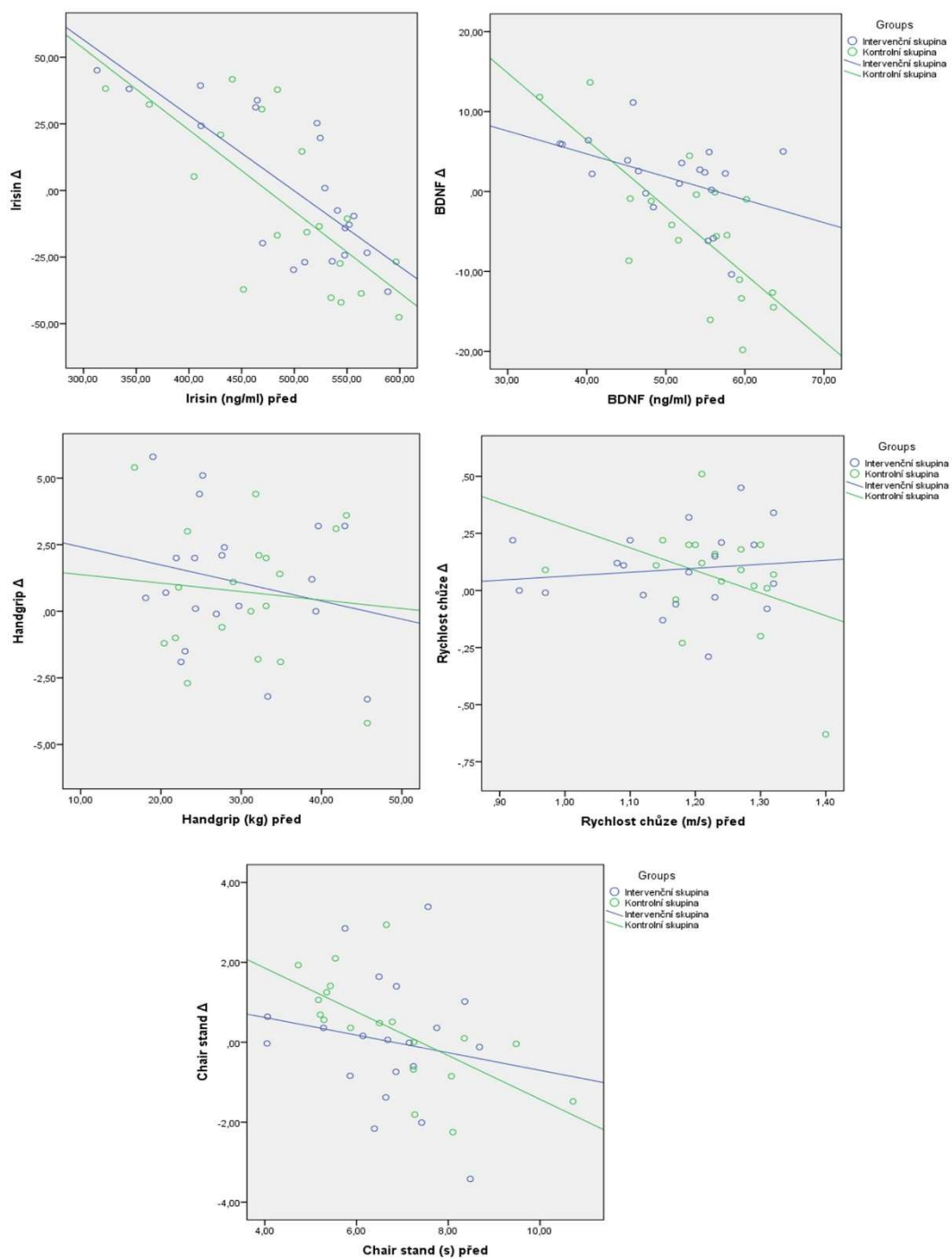
Poznámka: údaje jsou prezentovány jako průměr (SD); BDNF = Brain-Derived Neurotrophic Factor; BMI = Body Mass Index; SMI = Skeletal Muscle Index; VFA=viscerální tuk ,GDS = Geriatric Depression Scale; RAVLT = Rey Auditory Verbal Learning Test; RAVLT A1 = první pokus učení, RAVLT  $\Sigma$ A1-5 = křivka učení; RAVLT B -distrakce, RAVLT A6-okamžité vybavení, Poznámka: údaje jsou prezentovány jako průměr (SD); BDNF = Brain-Derived Neurotrophic Factor; BMI = Body Mass Index; SMI = Skeletal Muscle Index; VFA=viscerální tuk ,GDS = Geriatric Depression Scale; RAVLT = Rey Auditory Verbal Learning Test; RAVLT A1 = první pokus učení, RAVLT  $\Sigma$ A1-5 = křivka učení; RAVLT B -distrakce, RAVLT A6-okamžité vybavení, RAVLT A7 = oddálené vybavení; TMT = Trail Making Test/Test cesty; WAIS III = kódování symbolů z Wechsler Adult Intelligence Scale III., FAQ - Function activities questionnaire/dotazník funkčních aktivit ; ALBA (Amnesia light and brief assesment),POBAV - Pojmenování obrázků a jejich vybavení, ČAPR - čtyři nebo pět čárová obrazová produkce. Tučně jsou vyznačeny statisticky významné výsledky.



Tabulka 4 Regresní analýza

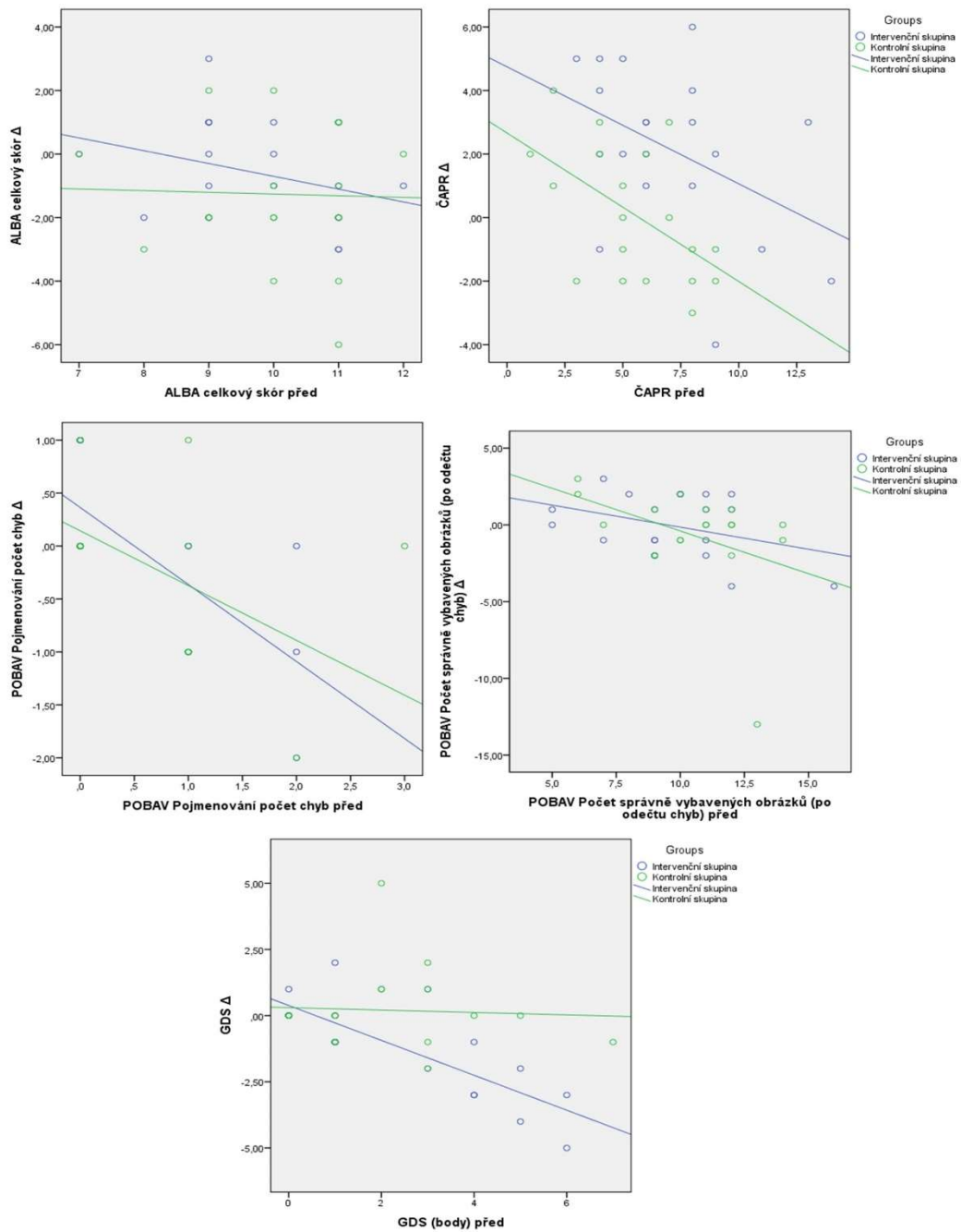
	<b>B</b>	<b>p-hodnota</b>	<b>B</b>	<b>p-hodnota</b>
Irisin (ng/ml)	7,53	0,217	-0,29	<b>0,000</b>
BDNF (ng/ml)	4,78	<b>0,008</b>	-0,56	<b>0,000</b>
SMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0,08	0,326	-0,15	<b>0,000</b>
Tuk (kg)	0,82	0,125	-0,05	0,135
VFA (cm <sup>2</sup> )	5,05	0,109	-0,04	0,310
Síla stisku ruky (kg)	0,33	0,671	-0,05	0,300
Rychlost chůze (m/s)	0,02	0,782	-0,23	0,446
Vstávání ze židle (s)	-0,35	0,417	-0,42	<b>0,005</b>
RAVLT A1 (body)	0,36	0,484	-0,56	<b>0,000</b>
RAVLT $\Sigma$ A1-5 (body)	2,86	0,106	-0,44	<b>0,000</b>
RAVLT $\Sigma$ A1-5 (percentily)	13,90	<b>0,019</b>	-0,43	<b>0,000</b>
RAVLT B (body)	1,97	<b>0,002</b>	-0,06	0,713
RAVLT A6 (body)	0,21	0,747	-0,22	0,089
RAVLT A7 (body)	0,27	0,651	-0,24	<b>0,049</b>
RAVLT A7 percentily	4,06	0,489	-0,47	<b>0,000</b>
Verbální fluence slova	1,78	0,103	-0,28	<b>0,016</b>
Verbální fluence kateg.	0,09	0,933	-0,39	<b>0,000</b>
TMT – A (body)	-8,80	<b>0,004</b>	-0,55	<b>0,000</b>
TMT – A percentily	5,59	0,412	-0,48	<b>0,001</b>
TMT – B (body)	-19,94	<b>0,000</b>	-0,46	<b>0,000</b>
TMT – B percentily	7,34	0,371	-0,74	<b>0,000</b>
WAIS III (body)	-1,23	0,590	0,11	0,224
WAIS III percentily	-8,46	0,016	-0,18	<b>0,031</b>
GDS (body)	-1,21	<b>0,007</b>	-0,40	<b>0,000</b>
FAQ (%)	-1,95	0,102	-0,67	<b>0,000</b>
ALBA celkový skór	0,58	0,325	-0,23	0,329
POBAV chyby	0,10	0,643	-0,62	<b>0,000</b>
POBAV vybavení	0,27	0,739	-0,41	<b>0,014</b>
ČAPR	2,68	<b>0,000</b>	-0,41	<b>0,001</b>

Poznámka: B = nestandardizovaný regresní koeficient beta; první B = vliv skupiny, druhá B = vliv výchozí hodnoty. BDNF = Brain-Derived Neurotrophic Factor; BMI = Body Mass Index; SMI = Skeletal Muscle Index; VFA = viscerální tuk, GDS = Geriatric Depression Scale; RAVLT = Rey Auditory Verbal Learning Test; RAVLT A1 = první pokus učení, RAVLT  $\Sigma$ A1-5 = křivka učení; RAVLT B - distrakce, RAVLT A6 - okamžité vybavení, RAVLT A7 = oddálené vybavení; TMT = Trail Making Test/Test cesty; WAIS III = kódování symbolů z Wechsler Adult Intelligence Scale III, FAQ - Function activities questionnaire/dotazník funkčních aktivit; ALBA (Amnesia light and brief assesment), POBAV - Pojmenování obrázků a jejich vybavení, ČAPR - pěti nebo čtyř čárová obrazová produkce. Tučně jsou vyznačeny statisticky významné výsledky.



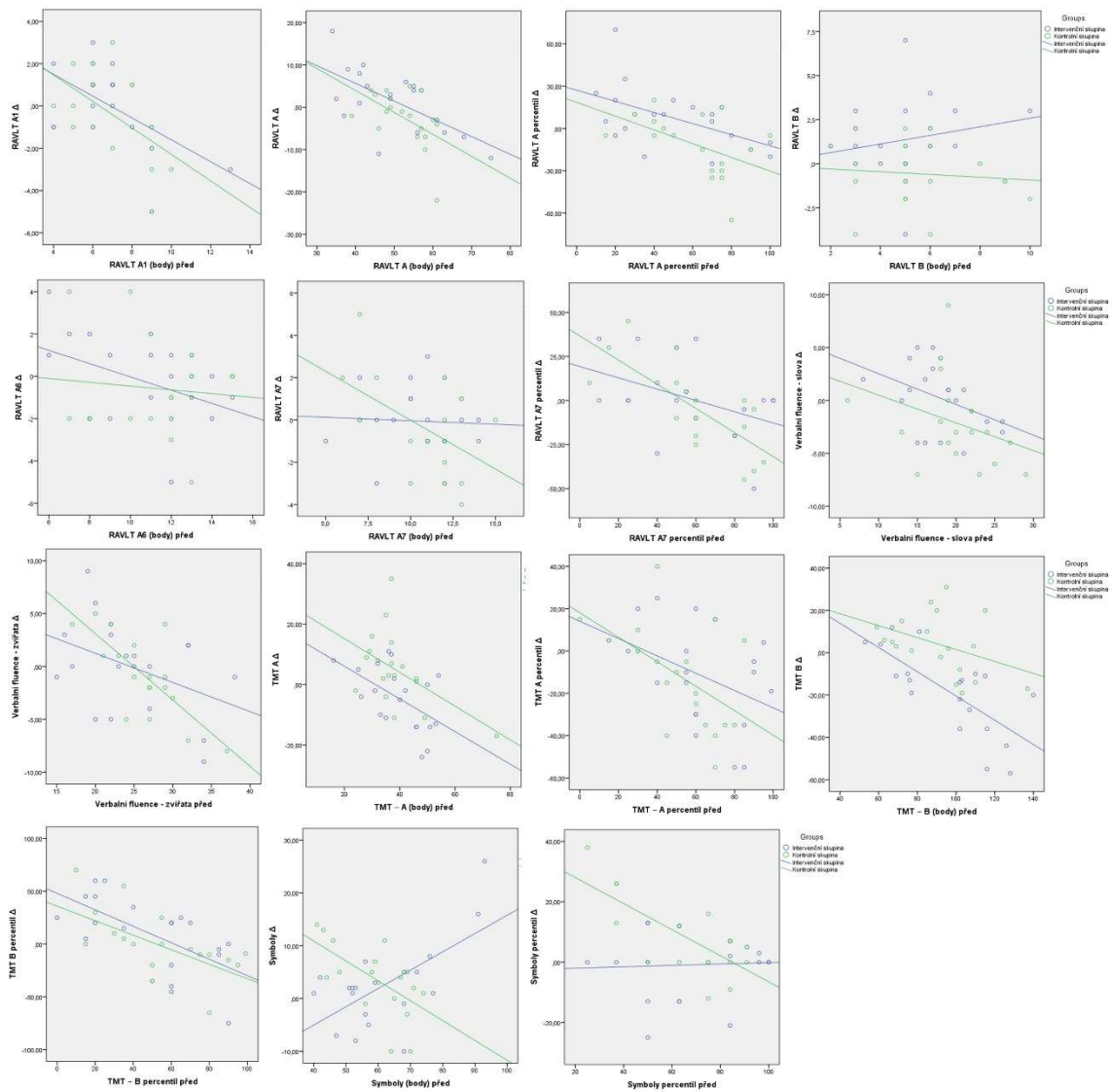
Poznámka: BDNF = Brain-Derived Neurotrophic Factor; handgrip = síla stisku ruky

Obrázek 4 Grafické znázornění regresních analýz exerkiny a fyzické testy



Poznámka: ALBA = Amnesia Light and Brief Assessment), POBAV= Pojmenování obrázků a jejich vybavení, ČAPR = pěti nebo čtyř čárová obrazová produkce, GDS = Geriatric Depression Scale/ Geriatrická škála deprese)

Obrázek 5 Grafické znázornění regresních analýz krátké kognitivní testy a nálada



Poznámka: RAVLT = Rey Auditory Verbal Learning Test; RAVLT A1 = první pokus učení, RAVLT  $\Sigma$ A1-5 = křivka učení; RAVLT B = distrakce, RAVLT A6 = volné vybavení, RAVLT A7 = oddálené vybavení; TMT = Trail Making Test/Test cesty A a B; WAIS III /Symboly = subtest z Wechsler Adult Intelligence Scale III./kódování symbolů, verbální fluence fonemická =slova, semantická=kategorie

Obrázek 6 Grafické znázornění regresních analýz neuropsychologická baterie

## 5.2 Kvalitativní část

Byla vybrána tři hlavní témata: TT jako prostředek k fyzické aktivitě, zdravotní výhody TT a společenské zapojení díky intervenci. Pokud není uvedeno jinak, vztahují se všechny body na účastníky z obou focusních skupin.

Účastníci uvedli, že se programu TT účastnili kvůli vnímaným zdravotním přínosům, zejména kvůli vnímanému zlepšení pohyblivosti a rovnováhy, která se projevila i v běžném životě, a zlepšení nálady, dále jim vyhovovalo, že měli zajištěn pravidelný pohyb, který byl zábavný, hravý, svobodný a radostný, a nakonec ocenili možnost být ve společnosti druhých.

V rámci tohoto hlavního tématu účastníci uváděli jak fyzické, tak psychické zdravotní přínosy, které přisuzovali své účasti na TT. Pokud jde o fyzické přínosy, účastníci uvedli zlepšení pohyblivosti a flexibility: *„Všechno je o pružnosti. Uvolnit vazy klouby, a to, co jsme tady zažili, si myslím, že je optimální, že to není žádný silový sport.“*

*„Tak já jsem pociťovala, jak se mi moje nemocné klouby úžasně rozhýbaly, že třeba to ráno bolí. Já to vím, normálně se musím hýbat, ale tady prostě, já jsem se probouzela, jako že mi nic není občas, což bylo úplně neuvěřitelný. A hlavně na tom pohybu bylo úžasný to, že je tak intenzivní (pomalu, postupně, variabilně, soustavně a "imaginativně"...), třeba to rameno se tak dlouho rozhýbává, až se rozhýbe, i kdyby bylo mrtvý.“*

Další účastníci uvádějí, že mezi přínosy pro psychické zdraví patří zlepšení nálady a duševní pohody: *„Ten pocit, který to člověku dává a asi tam nějak souvisejí teda ty hormony a ty endorfiny, který jsou pak tak vyplavený, že člověk jako opravdu z toho má dobrou pocit.“* Dále s udržením psychické kondice ve stáří podle nich souvisí platforma pro komunikaci s druhými a možnost pořád překvapit či vyjádřit emoce beze studu. *„Lidi se uzavírají do sebe, čím dál víc. A je to tak a senior třeba o to víc, protože má pocit, že už má být někde stranou. Nepřekvapovat sebe a okolí. Ale je to blbost, protože pořád by měl nějakým způsobem komunikovat, dokud komunikuje a nachází pro tu komunikaci platformu a cítí se v tom dobře, tak to je strašně důležité pro udržení psychické kondice, protože ta psychika, si myslím tady v tomto modelu zase je skutečné podpoření uvědomění si, že se nemám za co stydět. Jestliže cítím nějakou emoci, tak ji klidně můžu vyjádřit a je to dobře, jestli, že ji vyjádřím. A dokážu třeba to ještě udělat nějak hezky. Což to je hrozně důležitý a cítit tu emoci toho pocitu právě z toho hezkého provedení z té chvíle, kterou si prožiju, která mi něco přidává. To je to, si myslím, že to psychiku tady z hlediska tréninku podporuje, to tady bylo hrozně moc.“*

V některých případech účastníci poznamenali, že přínosy pro fyzické a psychické zdraví spolu souvisejí. *„Pro mě to má dopad na sociální sféru a chování a taky na to tělo,*

*já to cítím takhle, že to je z obou stran a opravdu jako. To člověka vrací zpátky k tělesnému vnímání." Účastníci dále například uvedli, že program TT zvýšil jejich sebevědomí: „Já si myslím, že nám to taky dodává sebedůvěru sebevědomí, po tomhle, že jsme na tom líp. Rozhodně se cítíme líp a sebevědoměji, jako víme, že prostě ty lidi, kteří se málo hýbou, tak určitě jim to muselo dát hodně." „Nikdy jsem si nemyslela, že bych byla schopná takhle tančit nebo se vyjádřit pohybem."*

Někteří uváděli, že se následně zlepšila jejich nezávislost při vykonávání činností každodenního života, především, že se zlepšila rovnováha, schopnost reakce a síla a flexibilita. *„Nepadáte v autobuse. Po těch měsících tady toho tančení mám pocit, že se ta reakce daleko zlepšila, takže asi si myslím, že opravdu něco v té hlavě se děje." „Mám sílu, chci něco udělat a pak fyzicky to dokážu udělat. Autobus se pohne rychle, tak musím rychle reagovat, čili je to propojený." „Vědomí a vědomý pohyb dokázat to včas, tak jak to má být." „Já si myslím, že právě to, co jsme tady, já nechci říct trénovali, ale dělali, že to všechno vedlo tady k tomu. A ta forma, jakou jsme to dělali myslím byla optimální. To je hodně důležité."*

Tyto vnímané fyzické změny se pozitivně odrazily v míře soběstačnosti. *„Už po prvním měsíci cvičení jsem pozorovala nějaké změny. Všímám si toho, že některé aktivity, které jsem před tím nemohla dělat, jako třeba zavázat si tkaničku ve stoje nebo přelézt vanu, mi teď už nedělají takový problém."*

Respondenti vnímali na kurzu jako pozitivní především bezprostřednost pohybu, krásu a také pohyb, který byl propojen s hudbou: *„Jo, že vlastně ta hudba byla pro mě důležitá." „Přemýšlím o tom, že teda, když existuje muzikoterapie, tuším jako i pro psychický problémy, tak tady ten pohyb spojený s tou hudbou, to je naprosto jedinečný."*

Někteří zmiňovali, že jim to připomínalo návrat k "čisté dětské radosti z pohybu": *"Myslím, že jsme se všichni tak uvolnili, že opravdu jsme se vyblbli, jak malé děti, opravdu bylo to báječné."*

Dále podotkli, že jim tento pohyb připadal velice příjemný a přirozený. Také vnímali radost a pozitivní emoční prožitek. Další pozitiva viděli v intenzitě a neotřelosti intervence. *„Vidím to jako velký přínos pro starýho člověka, protože nikdo s ním takhle intenzivně a zábavně teda zábavně emotivně, a to další všechno, co jsme říkali, necvičí, a to je prostě úžasný."*

Respondenti přikládali svoje odhodlání a motivaci pro to se hýbat a vydržet v pohybu 90 minut tomu, že se pohyb uskutečňoval ve skupině, nebyl rutinní a nenudil je. *„Je to pohyb hodinu a půl, a to i, kdyby člověk doma dělal sám, tak prostě hodinu a půl nevydrží nebo i nějaký jiný cvičení. Jo, to je takový, že se úplně odpoutá od času a jenom se pohybuje chodí jeden cvik za druhým nebo jeden ten způsob tance, způsob pohybu, že to v podstatě je i fyzicky bych řekla úžasný.“* „Už tady bylo řečeno, pohyb je život a tady jsme to viděli, že (...) pohyb je radost". Dále dávali důraz na to, že se pojil se svobodou a ne drilem či výkonem. *„Proto jsem říkal, že jsem rád, že to nebyly taneční, protože já jsem taneční vnímal jako dril. A tady jsem měl tu svobodu. Naprosto úplně opačný pól, kterej mě naplňoval.“* „V mém případě to nebyla nuda. Byla to veliká zábava, nebyl to dril, nebylo to cvičení jako do nějakých krajních poloh a opakování nekonečných cviků a snaha po tom určitým výkonu, o to vůbec nejde.“ Dále účastníci oceňovali socializační kontext intervence a vznik dobré party/skupiny, která vytvořila energii proto, aby vydrželi v pohybu 90 minut a celkově zvyšovala jejich adherenci k TT. *„Za 3 měsíce z toho, že z těch jedinců, co jsme se tam sešli na začátku, se opravdu stala velice dobrá skupina. Je tady velice dobrá energie. Je to pohyb hodinu a půl, a to i kdyby člověk doma dělal sám, tak prostě hodinu a půl nevydrží nebo i nějaký jiný cvičení. Jo, to je takový, že se úplně odpoutá od času a jenom se pohybuje, chodí jeden cvik za druhým nebo i ten způsob tance, způsob pohybu, že to v podstatě je i fyzicky bych řekla úžasný.“* „A tady jsme vlastně fyzicky, že jo, v pohybu a ještě teda jako ten kolektiv, říkáme všichni, že sami bysme takhle nefungovali."

Účastníci si taktéž uvědomovali nutnost účastnit se fyzických aktivit, které jsou komplexní, cílené na pestrý pohyb a své limity takové fyzické aktivity dosáhnout samostatně. *„Potřebuju se pohybovat. A pohybovat se různě. A neumím se pohybovat sám. Čili já potřebuju k tomu prostor a skupinu lidí, který ten pohyb dělají.“*

Překážkami pro účast na hodinách tance byly především, zhoršení zdravotního stavu účastníka nebo vliv prostředí (dlouhé dojíždění, nesoulad se skupinou, omezení v důsledku COVID19). Roli hrálo také množství jiných aktivit účastníků, především povinnosti spojené s hlídáním vnoučat

## 6 Diskuse

Cílem naší práce bylo zjistit, zda TT může ovlivnit některé exkreční látky související s plasticitou mozku vzhledem k rostoucímu výskytu neurodegenerativních poruch ve společnosti, a prokázat tak pozitivní vliv tance na mozek na molekulární úrovni. V naší RCT jsme zaznamenali, že TT měla statisticky významný pozitivní vliv na hladinu BDNF v krevním séru v porovnání s kontrolní skupinou, vliv TT na hladinu irisinu jsme však nezjistili ani uvnitř skupiny ani mezi skupinami. Dále jsme potvrdili hypotézu, že výchozí úroveň kognitivních a fyzické výkonnosti u starších dospělých je statisticky významně asociován s velikostí účinku TT. Dále jsme částečně potvrdili pozitivní vliv TT na vybrané kognitivní a fyzické ukazatele mezi skupinami.

### 6.1 Hladiny exerkinů a fyzická aktivita

V naší studii hladiny irisinu zůstaly stejné před intervencí i po intervenci, ačkoli naše nedávná metaanalýza ukázala, že dlouhodobá FA může zvyšovat hladinu irisinu v krvi především u specifických populací, včetně zdravých a obézních starších dospělých, i když výsledky jednotlivých studií vykazovaly vysokou heterogenitu (Jandova et al., 2021). Dosud existují čtyři metaanalýzy potvrzující účinek cvičení na hladinu irisinu a naznačující úspěšnost především odporového tréninku pro zvýšení cirkulujícího irisinu, zejména u starších dospělých při náročných a progresivních tréninkových programech (Cosio et al., 2021; Rad et al., 2021; Rahimi et al., 2022). Na druhou stranu Qiu et al. došli k závěru, že dlouhodobý trénink vede v RCT k významnému snížení hladiny cirkulujícího irisinu (Qiu et al., 2015). Nezměněné hladiny irisinu po naší intervenci tak mohou potvrzovat předpoklad, že odporový trénink je pro zvýšení hladin irisinu nezbytný, jelikož TT není na odporovém tréninku založena. Účinek FNDC5/irisinu na mozkové funkce byl zkoumán teprve nedávno a byl prokázán zejména na modelech AN (Rody et al., 2022). Jedním z hlavních důvodů souvisejících s rozporů mezi výsledky regulace neurotrofických faktorů a FA jsou především nesrovnalosti související s heterogenitou charakteristik účastníků, délkou trvání studie, různými intervenčními cvičebními programy a mimo jiné podmínkami zpracování krve (plazma, sérum nebo plná krev). Navzdory těmto nesrovnatelnostem je však známo, že kosterní sval je schopen



produkovat značné množství BDNF během kontrakce při cvičení. Podíl kosterních svalů na změnách hladin BDNF v krvi a mozku však zůstává nejasný (Ribeiro et al., 2021). Vědci spojují konkrétně vytrvalostní cvičení s vyplavením BDNF v mozku, což ukazuje, že neuroplasticita by mohla být vyvolána akutním (tj. jednorázovým) nebo chronickým (tj. dlouhodobým) cvičením (Knaepen et al., 2010; Müller et al., 2020). Je zajímavé, že ve studii, kde byl zkoumán vliv fitness a tance, obě intervence zvýšily fyzickou zdatnost ve stejné míře, avšak výrazné rozdíly byly pozorovány v účincích na objem mozku. V porovnání s běžnou kondiční aktivitou vedl tanec k většímu zvětšení objemu ve více oblastech mozku, včetně cingulární kůry, insulární kůry, corpus callosum a senzomotorické kůry a byl spojen se zvýšením plazmatické hladiny BDNF, což může znamenat, že u starších osob může být vliv tance na paměť silnější, protože tanec často zahrnuje kreativitu a schopnost sociálního chování díky improvizaci a tím zřejmě zvyšuje neurotrofickou aktivitu BDNF více než jiná cvičení (Müller et al., 2017; Rehfeld et al., 2018).

## 6.2 Nálada

V naší studii byl pozorován významný pokles bodů v testu GDS, měřícím náladu u starších dospělých u TS v kontextu počáteční úrovně, a tedy studie potvrdila významné zlepšení nálady. Naše studie je tak ve shodě se zjištěním, že somatické praktiky, konkrétně jóga, zlepšují náladu (Cramer et al., 2013), a statisticky významně snižují deprese u starších dospělých, účastnících se přímo tanečních intervencí (Prudente et al., 2024; Machacova et al., 2017).

### 6.3 Kognitivní funkce

V naší studii jsme doložili, že výsledky několika kognitivních testů se po TT významně zlepšily od výchozí úrovně a také se pozitivně lišily od výsledků KS v některých kognitivních doménách, a to konkrétně v paměti, v exekutivních a ve zrakově-prostorových funkcích. Naše studie tak potvrzuje důkazy nedávné metaanalýzy a systematických přehledů, které ukázaly, že taneční intervence přináší relevantní výhody pro celkovou kognici, nebo má pozitivní dopady na konkrétní kognitivní domény, jako jsou paměť a exekutivní funkce (Fong Yan et al., 2024; Predovan et al., 2019). Dále potvrzuje možnost, že exerkiny mohou být mediátory a facilitátory pozitivního vlivu cvičení na kognitivní funkce (Buchman et al., 2016; Islam et al., 2021; Vaynman et al., 2004; Farrukh et al., 2023). Významný rozdíl ve výsledcích některých kognitivních funkcí mezi skupinami po TT tak mohou potvrzovat názor, že na rozdíl od jednoduchých motorických dovedností, které jsou více předvídatelné kvůli opakovaným nebo méně variabilně zaměřeným pohybům (např. běh nebo házení), komplexní motorické dovednosti zahrnují vyšší úroveň složitě koordinovaných pohybů těla v nepředvídatelném a měnícím se prostředí. Nicméně, v minulosti experimentální studie se staršími dospělými, které zkoumaly zlepšení kognitivních funkcí v reakci na jakýkoli typ tanečních intervencí, přinesly rozporuplné výsledky. Tyto typy studií často trpí metodologickými nedostatky a malými vzorky < 50 a tak stále není jasné, zda tanec může za zvýšení neuroplasticity v mozku (Alpert et al., 2009; Coubard et al., 2011; Hackney et al., 2015; Kattenstroth et al., 2013; S.-H. Kim et al., 2011; Kimura & Hozumi, 2012).

#### ***Paměť***

V naší studii jsme po intervenci zaznamenali u TS významný pozitivní rozdíl proti KS konkrétně v doménách verbální paměť, v položce testu RAVLT 1-5 křivka učení převedeno na percentily a proaktivní interference RAVLT B1 body.

RAVLT 1-5 zachycuje křivku učení, která značí schopnost jedince naučit se verbální materiál a je vodítkem pro odlišení normálního stárnutí od patologického stárnutí, reprezentovaného amnestickou formou MKP či demencí při AN (Frydrychová & Georgi, 2019). Významně odlišný výsledek mezi skupinami se projevil po převedení bodů na percentilový skór podle českých norem. RAVLT B1 vypovídá o proaktivní

interferenci pro již dříve naučené informace. Vnímavost k proaktivní interferenci se zvyšuje s věkem, kdy je obtížnější udržet si nově naučené informace (Teague et al., 2011). Náš výsledek může být způsoben zapojením somatických a improvizčních praxí do struktury všech lekcí. V roce 2022 ve Virginii vědci zkoumali neurovědu ve spojení s pohybem a tancem a v oblasti tance vyvstávají názory, že by výzkum kognitivních funkcí (a specifitější výzkum, jako je právě porozumění a učení se) měl zahrnovat právě " výzkum tance ", vzhledem k tomu, že improvizční postupy mohou být způsobem, jak odhalit povahu našich kognitivních procesů (Asaf Bachrach, Nara Figueiredo, Julien Laroche, Lisa Nelson, 2024). Bylo např. zkoumáno, jak společné jednání, které prožíváme s ostatními, může vyvolat vnitřní motivaci k učení a také interakční dynamiku, která podporuje nebo dokonce urychluje učení se novému (Laroche & Kaddouch, 2014). Tím přispívá k pocitu sounáležitosti, který může vzniknout v důsledku lidské interakce při improvizaci a je pro tanec velmi přirozený (Himberg et al., 2018).

### ***Exekutivní funkce***

TS vykazovala po intervenci také významně lepší výsledek oproti výchozím hodnotám a oproti KS v doméně exekutivní funkce/ mentální flexibilita v testu TMT B. Dále v testu TMT A byl významný pozitivní rozdíl mezi skupinami v doméně pozornost. Mentální flexibilita je často spojována s mentální schopností přizpůsobovat svou aktivitu či přepínat mezi různými pravidly úkolů a odpovídajícími reakcemi chování, udržovat více konceptů současně a přesouvat mezi nimi vnitřní pozornost (Scott, 1962). Používá se pro označení jedné z exekutivních funkcí (Cooper-Kahn & Dietzel, 2008), která tvoří základ adaptivního a flexibilního chování (Piaget, 1968). Studie potvrzují, že současný tanec založený na improvizaci pomáhá zlepšit pozornost při přepínání a kognitivní flexibilitu u starších dospělých, kdežto jiné programy pohybového tréninku (prevence pádů, tai-či) neměly na přepínání pozornosti žádný vliv (Coubard et al., 2011). Špatná mentální flexibilita byla spojena se zhoršenou rovnováhou, která přispívá ke zvýšenému riziku pádů u starších osob a výsledky v celkové kognici jsou spojovány také se svalovou křehkostí (Brigola et al., 2015).

Naše intervence ukázala pozitivní rozdíl mezi skupinami v testu fonematické fluence, která také vypovídá především o úrovni exekutivních funkcí (méně o funkcích fatických), konkrétně o organizaci a strategii vyhledávání v sítích lexikálních

reprezentací, o iniciaci a o inhibici odpovědí. Dříve byl pozorován vztah mezi skóry počet slov ve fonematické verbální fluenci s TMT-A i TMT-B a lze předpokládat, že tento nalezený vztah je zodpovědný za proměnnou, která je ve všech testech způsobena psychomotorickým tempem a rychlostí kognitivního zpracování. Pozitivní výsledky v těchto testech jsou důležité, neboť bylo zjištěno, že u demence AN je výrazně narušena právě schopnost rozdělené pozornosti a přesouvání pozornosti mezi dvěma různými úkoly (Velkoborská, 2013). Tanec je společenskou aktivitou, která prokazatelně podporuje sociální zapojení starších lidí, což je v longitudinálních studiích spojeno s lepšími kognitivními výsledky (Fratiglioni et al., 2004).

### ***Zrakově-prostorové funkce***

Výsledky testů ČAPR po intervenci ve vizuospeciální kognitivní doméně se také pozitivně významně lišily od KS. Tento výsledek můžeme připsat vlivu hudby na kognitivní funkce, zejména právě na prostorové vnímání. Předpokládá se totiž, že hudba má příznivý vliv na různé typy výkonů u lidí a zvuk slouží jednak jako důležitý kanál pro přenos informací do mozku, jednak iniciuje kognitivní procesy. Studie zkoumající pozitivní vlivy tance na starší zdravé dospělé potvrdily, vliv tance konkrétně na prostorovou paměť (Merom et al., 2016).

### ***Celková kognice***

Obecně lze říci, že vědecká literatura naznačuje pozitivní souvislost mezi účastí v intelektuálních, sociálních a fyzických aktivitách jako tanec a lepším výkonem v kognitivních testech (Teixeira-Machado et al. 2019). V současné době byl proveden jen omezený výzkum zaměřený na účinnost vrozených pohybových vzorců na funkci a fyziologii mozku (Chatfield & Barr, 1994). Hlavní práce v této oblasti se zaměřují na souvislost mezi pohybovými vzorci, kvantifikovanými prostřednictvím LMA, a jejich vazbou na emocionální vyjádření nebo expresivní kvalitu pohybu (Melzer et al., 2019). V nedávné době byla LMA v kombinaci s Elektroencefalografií použita k extrakci nervových signatur spojených s expresivním lidským pohybem (Cruz-Garza et al., 2014). Ve srovnání s tradiční FA se ukázalo, že pohybové programy, které zahrnují

LMA/BF, jsou účinnější i při zlepšování kognitivních problémů u jedinců s mírnou kognitivní poruchou (S. Kim, 2018).

#### 6.4 Adherence a kvalitativní část výzkumu

Důkazy z předchozích přehledů a metaanalýz ukázaly, že tanec je pro zlepšení zdraví stejně účinný a někdy i účinnější než jiné typy strukturovaného cvičení (Fong Yan et al., 2018). Naše zjištění se shodují s předchozími důkazy, které vyzdvihují tanec jako vhodnou formu FA pro starší dospělé s vysokou mírou adherence (84 %) (Britten et al., 2017). Podobně i míra adherence byla v naší studii vysoká (87 %). Naše výsledky jsou také v souladu se studií (Britten et al., 2023), kde kvalitativní údaje ukázaly, že účastníci hodnotili taneční intervenci kladně a zaznamenali jak fyzické, tak psychické přínosy. Konkrétně zvýšení pohyblivosti a flexibility, a také zlepšení nálady a pohody. Kvalitativní studie také v souladu s našimi zjištěními zaznamenaly zlepšení sociálních interakcí, radosti, zvýšení sebedůvěry pocházející z ocenění a zlepšení pohybů a mobility jako zprostředkující faktory vlivu tance na fyzické a subjektivní zdraví (Britten et al., 2023).

#### 6.5 Limitace studie

Náš studijní vzorek tvořila relativně zdravá, velmi motivovaná populace v dobré duševní i fyzické kondici s vyšší dosaženou úrovní vzdělání. To mohlo ovlivnit výsledky, stejně jako poměrně malý počet účastníků a výrazně nižší podíl mužů ve studii. To, že se vliv intervence neprojevil ve všech kognitivních a fyzických testech, můžeme přisoudit nízké citlivost některých vybraných testů pro odhalení změn v kognitivních a fyzických procesech u takto vzdělaného a motivovaného vzorku a především také relativně vysokému počtu dosažení stropového efektu v některých testech již při prvním testování, např. u měření rovnováhy nebo u testu kreslení hodin, které jsme proto museli ze studie vyřadit.

## 6.6 Význam a aktuálnost projektu

Ve světě, který inklinuje k izolaci staršího jedince, je možnost navrátit se k uměleckým expresivním skupinovým projevům, jako je tanec, nesmírně důležitá. Obzvláště starší skupiny obyvatel mohou trpět ztrátou vitality a soběstačnosti kvůli nedostatečnému kontaktu s okolím. Projekt má konkrétní přínos pro zdravotní péči v oblasti gerontologie, neboť z výzkumu vyplývá, že tanec je žádanou a oblíbenou aktivitou pro starší dospělé s řadou přínosů nejen pro zdraví a může výrazně pomoci udržet soběstačnost a podpořit aktivní stárnutí díky svému socializačnímu charakteru. Dá se předpokládat velký přínos pro společnost, zejména v popsání a vytvoření protokolů tanečních lekcí, které budou zahrnovat poznatky ze somatických a uměleckých disciplín, které se zakládají na nehiarchickém způsobu učení a respektují individualitu každého jedince. Tyto poznatky a poznatky našeho výzkumu bychom rádi prezentovali na tuzemských a mezinárodních odborných akcích a zveřejnili v tuzemských a zahraničních časopisech a podpořili tak myšlenku prospěšnosti tance pro společnost.

## 7 Závěr

Je zajímavé zjistit, který typ intervenčního programu zaměřeného na fyzickou aktivitu, nejlépe působí na změnu určitého exerkinu u určité populace, protože to může vést k návrhu přesně vypracovaných intervenčních programů. Konečným cílem je najít takový protokol intervenčního programu, který bude nejlépe fungovat pro zlepšení výkonnosti nebo pro prevenci určitého typu kognitivního nebo motorického deficitu u konkrétní populace. Exerkiny představují skvělý biomarker pro naši snahu pochopit komplexní vztah mezi fyzickou aktivitou a zdravím mozku. Ačkoli je třeba ještě mnohé prozkoumat, objevující se důkazy naznačují, že exerkiny mohou hrát zásadní roli při zlepšování kognitivních schopností. Dosud se jedná o první RCT studii, která zkoumala hladiny exerkinů v krvi po dvanáctitýdenní terapii tancem u zdravých starších dospělých. Naše výsledky naznačují, že exerkiny mohou být modulovány tancem a terapie tancem může hrát důležitou pozitivní roli v kontextu kognitivních funkcí a nálady a fyzické zdatnosti u zdravých starších dospělých. Zároveň jsme zjistili, že terapie tancem je pro starší dospělé přístupným programem, který rádi navštěvují díky subjektivně pozorovaným benefitům v oblasti soběstačnosti, jako je zlepšení flexibility a rovnováhy, a také v několika psychologických ukazatelích, jako je nálada, zvýšené sebevědomí či sociální angažovanost. Naše studie se tak přidává k mnoha nedávným studiím, které doporučují tanec jako nefarmakologický slibný program pro stárnoucí mozek, a tak podporují další výzkum, který by se měl zaměřit na poskytnutí důkazů o jeho příznivém vlivu na mozek na molekulární úrovni. Náš taneční program se jeví jako vhodná forma intervence na podporu fyzických i kognitivních funkcí a jako možný udržitelný přístup k fyzické aktivitě.

## Literatura

- Adta.org/About\_DMT/, A. D. T. A. A. dance & movement therapy. 2013. (n.d.). *American Dance Therapy Association. About dance & movement therapy. 2013 adta.org/About\_DMT/.*
- Alonso, M., Vianna, M. R. M., Depino, A. M., Mello e Souza, T., Pereira, P., Szapiro, G., Viola, H., Pitossi, F., Izquierdo, I., & Medina, J. H. (2002). BDNF-triggered events in the rat hippocampus are required for both short- and long-term memory formation. *Hippocampus, 12*(4), 551–560.
- Alpert, P. T., Miller, S. K., Wallmann, H., Havey, R., Cross, C., Chevalia, T., Gillis, C. B., & Kodandapari, K. (2009). The effect of modified jazz dance on balance, cognition, and mood in older adults. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners, 21*(2), 108–115.
- Asaf Bachrach, nara Figueiredo, Julien Laroche, Lisa Nelson, J.D. (2024). Making Sense Together: dance improvisation as a framework for a Collaborative Indisciplinary Learning Proceaaes. *HALL Science ouverte.*
- Barde, Y. A., Edgar, D., & Thoenen, H. (1982). Purification of a new neurotrophic factor from mammalian brain. *The EMBO Journal, 1*(5), 549–553.
- Bartoš, A. (2022). Inovativní a původní české kognitivní testy Amnesia Light and Brief Assessment a Pojmenování obrázků a jejich vybavení a vyšetřovací metody v diagnostice kognitivních poruch a demencí. *Medicina Pro Praxi, 19*(1).
- Bartoš A., R. M. (2019). Testy a dotazníky pro vyšetřování kognitivních funkcí, nálady a soběstačnosti. *In Mladá fronta.*
- Bartoš, A. (2018). Pamatujte na POBAV – krátký test pojmenování obrázků a jejich vybavení sloužící ke včasnému záchytu kognitivních poruch. *Neurologie pro praxi, 19*(Suppl.1), 5-10.
- Bartoš, A. (2019). Dvě původní české zkoušky k vyšetření paměti za tři minuty – Amnesia Light and Brief Assessment (ALBA). *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie, 82*, 420–429.
- Bartoš, A., and Diondet, S. (2020). Test Amnesia Light and Brief Assessment (ALBA) – druhá verze a opakovaná vyšetření. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie, 82*, 535–543.
- Basso, J. C., Satyal, M. K., & Rugh, R. (2021). Dance on the Brain: Enhancing Intra- and Inter-Brain Synchrony. *Frontiers in Human Neuroscience, 14*(January), 1–23.



- Batson, G. (2008). Proprioception. *International Association for Dance Medicine & Science*.
- Bean, J. (2011). Rey auditory verbal learning test, Rey AVLT. *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*, 2174–2175.
- Bekinschtein, P., Cammarota, M., Izquierdo, I., & Medina, J. H. (2008). Reviews: BDNF and memory formation and storage. *Neuroscientist*, 14(2), 147–156.
- Berger, M. R. (1991). Dance/movement therapy: A healing art. In *The Arts in Psychotherapy* (Vol. 18, Issue 5).
- Berchicci, M., Lucci, G., & Di Russo, F. (2013). Benefits of physical exercise on the aging brain: The role of the prefrontal cortex. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 68(11), 1337–1341.
- Berková, M., Topinková, E., Mádlová, P., Klán, J., Vlachová, M., & Běláček, J. (2013). ‘Krátká baterie pro testování fyzické zdatnosti seniorů’ - Pilotní studie a validizace testu u starších osob v České republice. *Vnitřní Lekarství*, 59(4).
- Berrol, C. F. (1992). The neurophysiologic basis of the mind-body connection in dance/movement therapy. *American Journal of Dance Therapy*, 14(1), 19–29.
- Berrol, C. F., & Katz, S. S. (1985). Dance/movement therapy in the rehabilitation of individuals surviving severe head injuries. *American Journal of Dance Therapy*, 8(1), 46–66.
- Black, J. E., Isaacs, K. R., Anderson, B. J., Alcantara, A. A., & Greenough, W. T. (1990). Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 87(14), 5568–5572.
- Błaszczuk, J. W., & Czerwosz, L. (2005). Postural stability in the process of aging. *Gerontologia Polska*, 13(1), 25–36.
- Bociek, A. (2019). Irisin - evidence for benefits resulting from physical activity. *European Journal of Biological Research*, 9(3), 039–049.
- Britten, L., Addington, C., & Astill, S. (2017). Dancing in time: Feasibility and acceptability of a contemporary dance programme to modify risk factors for falling in community dwelling older adults. *BMC Geriatrics*, 17 (1), 1–12.
- Britten, L., Pina, I., Nykjaer, C., & Astill, S. (2023). Dance on: a mixed-method study into the feasibility and effectiveness of a dance programme to increase physical

- activity levels and wellbeing in adults and older adults. *BMC Geriatrics*, 23(1), 1–13.
- Brown, S., Martinez, M. J., & Parsons, L. M. (2006). The neural basis of human dance. *Cerebral Cortex*, 16(8), 1157–1167.
- Buchman, A. S., Yu, L., Boyle, P. A., Schneider, J. A., De Jager, P. L., & Bennett, D. A. (2016). Higher brain BDNF gene expression is associated with slower cognitive decline in older adults. *Neurology*, 86(8), 735 LP – 741.
- Cass, S. P. (2017). Alzheimer’s disease and exercise: A literature review. *Current Sports Medicine Reports*, 16(1), 19–22.
- Clark, I., & Dumas, G. (2015). Toward a neural basis for peer-interaction: what makes peer-learning tick? *Frontiers in Psychology*, 6, 28.
- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older
- Cooper-Kahn, J., & Dietzel, L. (2008). What is executive functioning. Retrieved on April, 19, 2015.
- Cosio, P. L., Crespo-Posadas, M., Velarde-Sotres, Á., & Pelaez, M. (2021). Effect of chronic resistance training on circulating irisin: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2476.
- Coubard, O. A., Duretz, S., Lefebvre, V., Lapalus, P., & Ferrufino, L. (2011). Practice of contemporary dance improves cognitive flexibility in aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 3, 13.
- Craighero, L. (2022). The Role of the Sensorimotor System in Cognitive Functions. *Brain Sciences*, 12(5).
- Cramer, H., Lauche, R., Langhorst, J., & Dobos, G. (2013). Yoga for depression: a systematic review and meta-analysis. *Depression and Anxiety*, 30(11), 1068–1083.
- Cruz-Garza, J. G., Hernandez, Z. R., Nepaul, S., Bradley, K. K., & Contreras-Vidal, J. L. (2014). Neural decoding of expressive human movement from scalp electroencephalography (EEG). *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 188.
- Čechová, K. (2020). *Univerzita Karlova*. 1–6. 100896.
- Esmail, A., Vrinceanu, T., Lussier, M., Predovan, D., Berryman, N., Houle, J., Karelis, A., Grenier, S., Minh Vu, T. T., Villalpando, J. M., & Bherer, L. (2020). Effects of Dance/Movement Training vs. Aerobic Exercise Training on cognition, physical

- fitness and quality of life in older adults: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(1).
- Fahnestock, M., Garzon, D., Holsinger, R. M. D., & Michalski, B. (2002). Neurotrophic factors and Alzheimer's disease: Are we focusing on the wrong molecule? *Journal of Neural Transmission, Supplement*, 62, 241–252.
- Falck, R. S., Davis, J. C., Best, J. R., Crockett, R. A., & Liu-Ambrose, T. (2019). Impact of exercise training on physical and cognitive function among older adults: a systematic review and meta-analysis. *Neurobiology of Aging*, 79, 119–130.
- Farrukh, S., Habib, S., Rafaqat, A., Sarfraz, A., Sarfraz, Z., & Tariq, H. (2023). Association of exercise, brain-derived neurotrophic factor, and cognition among older women: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 114, 105068.
- Filar-Mierzwa, K., Długosz, M., Marchewka, A., Dąbrowski, Z., & Poznańska, A. (2017). The effect of dance therapy on the balance of women over 60 years of age: The influence of dance therapy for the elderly. *Journal of Women and Aging*, 29(4), 348–355.
- Fink, B., Bläsing, B., Ravignani, A., & Shackelford, T. K. (2021). Evolution and functions of human dance. *Evolution and Human Behavior*, 42(4), 351–360.
- Fitt, S. S. (1988). *Dance Kinesiology*. Schirmer Books, a Division of Macmillan.
- Fong Yan, A., Cobley, S., Chan, C., Pappas, E., Nicholson, L. L., Ward, R. E., Murdoch, R. E., Gu, Y., Trevor, B. L., Vassallo, A. J., Wewege, M. A., & Hiller, C. E. (2018). The Effectiveness of Dance Interventions on Physical Health Outcomes Compared to Other Forms of Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(4), 933–951.
- Fong Yan, A., Nicholson, L. L., Ward, R. E., Hiller, C. E., Dovey, K., Parker, H. M., Low, L. F., Moyle, G., & Chan, C. (2024). The Effectiveness of Dance Interventions on Psychological and Cognitive Health Outcomes Compared with Other Forms of Physical Activity: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Medicine*, 0123456789.
- Forbes, D., Thiessen, E. J., Blake, C. M., Forbes, S. C., & Forbes, S. (2013). Exercise programs for people with dementia. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 12, CD006489.
- Frydrychová, Z., & Georgi, H. (2019). Historie a současnost Reyova Auditorně - Verbálního Testu Učení (RAVLT) v Česku. *E-Psychologie*, 13(1).

- Gallese, V. (2003). The roots of empathy: the shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity. *Psychopathology*, 36(4), 171–180.
- Galvin, J. E., Roe, C. M., Powlishta, K. K., Coats, M. A., Muich, S. J., Grant, E., Miller, J. P., Storandt, M., & Morris, J. C. (2005). The AD8. *Neurology*, 65(4), 559 LP – 564.
- Ghez, C., Gordon, J., & Ghilardi, M. F. (1995). Impairments of reaching movements in patients without proprioception. II. Effects of visual information on accuracy. *Journal of Neurophysiology*, 73(1), 361–372.
- Goldstein-Levitas, N. (2016). Dance/Movement Therapy and Sensory Stimulation: A Holistic Approach to Dementia Care. *American Journal of Dance Therapy*, 38(2).
- Gomez, J. (2021). Run for Your Life. *Journal of General Internal Medicine*, 36(9), 2851–2852.
- Groot, C., Hooghiemstra, A. M., Raijmakers, P. G. H. M., van Berckel, B. N. M., Scheltens, P., Scherder, E. J. A., van der Flier, W. M., & Ossenkoppele, R. (2016). The effect of physical activity on cognitive function in patients with dementia: A meta-analysis of randomized control trials. *In Ageing Research Reviews* (Vol. 25).
- Hackney, M. E., Byers, C., Butler, G., Sweeney, M., Rossbach, L., & Bozzorg, A. (2015). Adapted tango improves mobility, motor-cognitive function, and gait but not cognition in older adults in independent living. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(10).
- Hartmann, D., Drummond, J., Handberg, E., Ewell, S., & Pozzo-Miller, L. (2012). Review Article Multiple Approaches to Investigate the Transport and Activity-Dependent Release of BDNF and Their Application in Neurogenetic Disorders. *Neural Plasticity*, 2012, 11.
- Heissler R, Červenková M, Kopeček M, & G. H. (2020). Geriatrická škála deprese (GDS-15): Česká normativní studie. *Československá Psychologie*, 64(1), 49–65.
- Himberg, T., Laroche, J., Bigé, R., Buchkowski, M., & Bachrach, A. (2018). Coordinated interpersonal behaviour in collective dance improvisation: the aesthetics of kinaesthetic togetherness. *Behavioral Sciences*, 8(2), 23.
- Holmerová, I. (2019). Dekáda zdravého stárnutí-nové pohledy, pojmy a strategie WHO. *Aktivní Gerontologie, Aneb, Jak Stárnout Dobře. Praha: Mladá Fronta*, 34–41.
- Holmerová, I., Hort, J., Rusina, R., Wimo, A., & Šteffl, M. (2017). Costs of dementia in the Czech Republic. *The European Journal of Health Economics*, 18(8), 979–986.

- Chow, L.S, Gerszten,R.E., Pedersen,B.K. (2022). Exerkines in Health, Resilience and Disease. *Nature Reviews Endocrinology*, 18(5), 273-289.
- Chatfield, S. J., & Barr, S. (1994). Towards a testable hypothesis of training principles for the neuromuscular facilitation of human movement. *Dance Research Journal*, 26(1), 8–14.
- Islam, Mohammad R., Valaris, S., Young, M. F., Haley, E. B., Luo, R., Bond, S. F., Mazuera, S., Kitchen, R. R., Caldarone, B. J., Bettio, L. E. B., Christie, B. R., Schmider, A. B., Soberman, R. J., Besnard, A., Jedrychowski, M. P., Kim, H., Tu, H., Kim, E., Choi, S. H., ... Wrann, C. D. (2021). Author Correction: Exercise hormone irisin is a critical regulator of cognitive function (Nature Metabolism, (2021), 3, 8, (1058-1070), *Nature Metabolism*, 3(10), 1432.
- Jandova, T., Buendía-romero, A., Polanska, H., Hola, V., Rihova, M., Vetrovsky, T., Courel-ibáñez, J., & Steffl, M. (2021). Long-Term Effect of Exercise on Irisin Blood Levels — Systematic Review and Meta-Analysis. 1–19. In *Healthcare* (Vol.9, No. 11,p. 1438).MDPI.
- Jodeiri Farshbaf, M., & Alviña, K. (2021). Multiple Roles in Neuroprotection for the Exercise Derived Myokine Irisin. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13.
- Kattenstroth, J. C., Kalisch, T., Holt, S., Tegenthoff, M., & Dinse, H. R. (2013). Six months of dance intervention enhances postural, sensorimotor, and cognitive performance in elderly without affecting cardio-respiratory functions. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5(FEB), 1–16.
- Kim, H.-J., Lee, H.-J., So, B., Son, J. S., Yoon, D., & Song, W. (2016). Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. *Physiological Research*, 65(2), 271.
- Kim, S.-H., Kim, M., Ahn, Y.-B., Lim, H.-K., Kang, S.-G., Cho, J., Park, S.-J., & Song, S.-W. (2011). Effect of dance exercise on cognitive function in elderly patients with metabolic syndrome: a pilot study. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(4), 671.
- Kim, S. (2018). Exploring the field application of combined cognitive-motor program with mild cognitive impairment elderly patients. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(5), 817.

- Kimura, K., & Hozumi, N. (2012). Investigating the acute effect of an aerobic dance exercise program on neuro-cognitive function in the elderly. *Psychology of Sport and Exercise, 13*(5), 623–629.
- Kramer, A. F., & Colcombe, S. (2018). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study—revisited. *Perspectives on Psychological Science, 13*(2), 213–217.
- Kuipers, S. D., & Bramham, C. R. (2006). Brain-derived neurotrophic factor mechanisms and function in adult synaptic plasticity: new insights and implications for therapy. *Current Opinion in Drug Discovery and Development, 9*(5), 580.
- Küster, O. C., Laptinskaya, D., Fissler, P., Schnack, C., Zügel, M., Nold, V., Thurm, F., Pleiner, S., Karabatsiakos, A., von Einem, B., Weydt, P., Liesener, A., Borta, A., Woll, A., Hengerer, B., Kolassa, I.-T., & von Arnim, C. A. F. (2017). Novel Blood-Based Biomarkers of Cognition, Stress, and Physical or Cognitive Training in Older Adults at Risk of Dementia: Preliminary Evidence for a Role of BDNF, Irisin, and the Kynurenine Pathway. *Journal of Alzheimer's Disease, 59*, 1097–1111.
- Laban, R. (2011). *The mastery of movement* (L. Ullman (ed.); revised fo). Dance book Ltd.
- Lam, F. M. H., Huang, M. Z., Liao, L. R., & Pang, M. Y. C. (2015a). The effects of exercise on physical health in people with cognitive impairments: a systematic review. *Physiotherapy, 101*.
- Laroche, J., & Kaddouch, I. (2014). Enacting teaching and learning in the interaction process: “Keys” for developing skills in piano lessons through four-hand improvisations. *Journal of Pedagogy, 5*(1), 24–47.
- Legård, G. E., & Pedersen, B. K. (2019). Muscle as an endocrine organ. *In Muscle and Exercise Physiology* (pp. 285–307). Elsevier.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., & Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological assessment*. Oxford University Press, USA
- Lourenco, M. V, Frozza, R. L., Freitas, G. B. De, Zhang, H., Kincheski, G. C., Ribeiro, F. C., Gonçalves, R. A., Clarke, J. R., Beckman, D., Staniszewski, A., Berman, H., Guerra, L. A., Meier, S., Wilcock, D. M., Souza, J. M. De, & Alves, S. (2019). Exercise-linked FNDC5/irisin rescues synaptic plasticity and memory defects in Alzheimer's models. *25*(1), 165–175. *Natur Medicine, 25*(1), 165-175.

- Machacova, K., Vankova, H., Volicer, L., Veleta, P., & Holmerova, I. (2017). Dance as Prevention of Late Life Functional Decline Among Nursing Home Residents. *Journal of Applied Gerontology, 36*(12).
- Marks, R. (2016a). Narrative review of dance-based exercise and its specific impact on depressive symptoms in older adults. *AIMS Medical Science, 3*(1), 61–76.
- Marquez, D. X., Wilson, R., Aguiñaga, S., Vásquez, P., Fogg, L., Yang, Z., Wilbur, J., Hughes, S., & Spanbauer, C. (2017). Regular Latin dancing and health education may improve cognition of late middle-aged and older Latinos. *Journal of Aging and Health, 29*(1), 1–12.
- Meekums, B., Karkou, V., & Nelson, E. A. (2015). Dance movement therapy for depression. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2*.
- Mehmet, H., Yang, A. W. H., & Robinson, S. R. (2020). Measurement of hand grip strength in the elderly: A scoping review with recommendations. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 24*(1), 235–243.
- Meltzoff, A. N. (2002). Imitation as a mechanism of social cognition: Origins of empathy, theory of mind, and the representation of action. *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development, 6–25*.
- Melzer, A., Shafir, T., & Tsachor, R. P. (2019). How do we recognize emotion from movement? Specific motor components contribute to the recognition of each emotion. *Frontiers in Psychology, 10*, 1389.
- Merom, D., Grunseit, A., Eramudugolla, R., Jefferis, B., Mcneill, J., & Anstey, K. J. (2016). Cognitive benefits of social dancing and walking in old age: the dancing mind randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience, 8*, 177881.
- Monica, R. (2022). Dance / Movement Therapy Interventions to Cope with Covid-19 : From Isolation towards a New Proactive Community. *Medical research Archive, 10*(9)1–9.
- Muiños, M., & Ballesteros, S. (2021a). Does dance counteract age-related cognitive and brain declines in middle-aged and older adults? A systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 121*, 259–276.
- Müller, P., Duderstadt, Y., Lessmann, V., & Müller, N. G. (2020). Lactate and BDNF: key mediators of exercise induced neuroplasticity? *Journal of Clinical Medicine, 9*(4), 1136.
- Müller, P., Rehfeld, K., Schmicker, M., Hökelmann, A., Dordevic, M., Lessmann, V., Brigadski, T., Kaufmann, J., & Müller, N. G. (2017). Evolution of neuroplasticity in

- response to physical activity in old age: The case for dancing. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9(mar).
- Neeper, S. A., Góaucomez-Pinilla, F., Choi, J., & Cotman, C. (1995). Exercise and brain neurotrophins. *Nature*, 373(6510), 109. <https://doi.org/10.1038/373109a0>
- Northey, J. M., Cherbuin, N., Pumpa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018b). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: A systematic review with meta-Analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(3), 154–160.
- Pedersen, B. K. (2011). Muscles and their myokines. *Journal of Experimental Biology*, Jan (15), 214, 334-46
- Pesce, M., Ballerini, P., Paolucci, T., Puca, I., Farzaei, M. H., & Patrino, A. (2020). Irisin and autophagy: First update. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(20), 1–27.
- Pessoa, R. F., Neves, C. M., & Ferreira, M. E. C. (2019). Dance therapy in aging: A systematic review. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(2), 1180–1187.
- Piaget, J. (1968). The mental development of the child. *Six Psychological Studies*, 3–73.
- Predovan, D., Julien, A., Esmail, A., & Bherer, L. (2019). Effects of Dancing on Cognition in Healthy Older Adults: a Systematic Review. *Journal of Cognitive Enhancement : Towards the Integration of Theory and Practice*, 3(2), 161–167.
- Preiss, M., Rodriguez, M., & Laing, H. (2002). Neuropsychologická baterie Psychiatrického centra Praha: Klinické vyšetření základních kognitivních funkcí. Psychiatrické centrum.
- Prudente, T. P., Mezaiko, E., Silveira, E. A., & Nogueira, T. E. (2024). Effect of Dancing Interventions on Depression and Anxiety Symptoms in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Behavioral Sciences*, 14(1), 43.
- Qiu, S., Cai, X., Sun, Z., Schumann, U., Zügel, M., & Steinacker, J. M. (2015). Chronic Exercise Training and Circulating Irisin in Adults: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(11), 1577–1588.
- Rabbia, J. (2010). Dance as a community-based exercise in older adults. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 26(4), 353–360.
- Rehfeld, K., Lüders, A., Hökelmann, A., Lessmann, V., Kaufmann, J., Brigadski, T., Müller, P., & Müller, N. G. (2018). Dance training is superior to repetitive physical exercise in inducing brain plasticity in the elderly. *PLoS ONE*, 13(7), 1–15.
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain
- Rey, A. (1958). L'examen clinique en psychologie.



- Ribeiro, D., Petrigna, L., Pereira, F. C., Muscella, A., Bianco, A., & Tavares, P. (2021). The impact of physical exercise on the circulating levels of BDNF and NT 4/5: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(16).
- Rody, T., De Amorim, J. A., & De Felice, F. G. (2022). The emerging neuroprotective roles of exerkinins in Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14(August), 1–12.
- Sandel, S. L. (1978). Reminiscence in movement therapy with the aged. *Art Psychotherapy*.
- Scott, W. A. (1962). Cognitive complexity and cognitive flexibility. *Sociometry*, 405–414.
- Sevdalis, V., & Keller, P. E. (2011). Captured by motion: Dance, action understanding, and social cognition. *Brain and Cognition*, 77(2), 231–236.
- Sheikh, J. I., & Yesavage, J. A. (1986). Geriatric Depression Scale (GDS): recent evidence and development of a shorter version. *Clinical Gerontologist: The Journal of Aging and Mental Health*.
- Social Affairs. Population Division. (2010). *World population prospects: the 2008 revision* (Vol. 1). United Nations Publications.
- Steffl, M., Bohannon, R. W., Sontakova, L., Tufano, J. J., Shiells, K., & Holmerova, I. (2017). Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: A systematic review and meta-analysis. In *Clinical Interventions in Aging* (Vol. 12).
- Stelmach, G. E., & Worringham, C. J. (1985). Sensorimotor deficits related to postural stability: implications for falling in the elderly. *Clinics in Geriatric Medicine*, 1(3), 679–694.
- Teague, E., Langer, K., Borod, J., & Bender, H. (2011). *Proactive Interference*.
- Todd, M. (1972). *The Thinking Body*. New York: *Dance Horizons. Inc.*
- Topolski, T. D., LoGerfo, J., Patrick, D. L., Williams, B., Walwick, J., & Patrick, M. A. J. M. B. (2006). Peer reviewed: the Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) among older adults. *Preventing Chronic Disease*, 3(4).
- Velkoborská, Z. (2013). Validizační studie testu fonematické verbální fluence k diagnostice kognitivního deficitu u amnestické mírné kognitivní poruchy a Alzheimerovy choroby, *Masarykova Univerzita*
- Vaynman, S., Ying, Z., & Gomez-Pinilla, F. (2004). Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *European Journal of Neuroscience*, 20(10), 2580–2590.

- Vergeer, I., Bennie, J. A., Charity, M. J., Harvey, J. T., van Uffelen, J. G. Z., Biddle, S. J. H., & Eime, R. M. (2017). Participation trends in holistic movement practices: a 10-year comparison of yoga/Pilates and t'ai chi/qigong use among a national sample of 195,926 Australians. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *17*(1), 296.
- Vina, J., Borrás, C., Sanchis-Gomar, F., Martínez-Bello, V. E., Olaso-González, G., Gambini, J., Ingles, M., & Gómez-Cabrera, M. C. (2014). Pharmacological properties of physical exercise in the elderly. *Current Pharmaceutical Design*, *20*(18), 3019–3029.
- Wechsler, D. (1955). *Manual for the Wechsler adult intelligence scale*.
- World Health Organization. (2022). Dementia.
- World Health Organization. (2019). *Risk reduction of cognitive decline and dementia: WHO guidelines*.

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Seznam testovaných kognitivních funkcí a kognitivních testů.....	26
Tabulka 2 Deskriptivní statistika .....	30
Tabulka 3 Výsledky vlivu intervence na vybrané proměnné .....	31
Tabulka 4 Regresní analýza.....	33

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Znázornění hlavních kognitivních domén a příklady kognitivních funkcí hodnocených v rámci každé domény.....	13
Obrázek 2 Časová osa RTC výzkumu .....	21
Obrázek 3 Nábor a průběh intervence .....	22
Obrázek 4 Grafické znázornění regresních analýz exerkingy a fyzické testy .....	34
Obrázek 5 Grafické znázornění regresních analýz krátké kognitivní testy a nálada .....	35
Obrázek 6 Grafické znázornění regresních analýz neuropsychologická baterie .....	36